

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program geodezija,  
Smer Geodezija v inženirstvu

Kandidatka:  
**Sabina Jagodič**

## **Sanacija nivelmanskega poligona 2-21 (Ljubljana - Zidani most)**

**Diplomska naloga št.: 238**

**Mentor:**  
doc. dr. Božo Koler

Ljubljana, 28. 9. 2007

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **SABINA JAGODIČ** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom: »**SANACIJA NIVELMANKEGA POLIGONA 2-21 (LJUBLJANA – ZIDANI MOST)**«.

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, 18.09.07

## BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK:

**UDK:**

**Avtor:**

Sabina Jagodič

**Mentor:**

doc. dr. Božo Koler (mentor)

**Naslov:**

Sanacija nivelmanskega poligona 2-21 (Ljubljana – Zidani most)

**Obseg in oprema:**

35 strani, 8 preglednic, 7 slik, 4 priloge

**Ključne besede:**

Niveliranje, projekt nivelmanske mreže, izravnavo, ocena natančnosti, višine točk, vertikalni premiki

**Izvleček:**

Niveliranje je ena najnatančnejših geodetskih merskih metod. V diplomski nalogi bo predstavljen projekt sanacije nivelmanskega poligona od Ljubljane do Zidanega mosta. V prvem delu naloge je opisan terenski del. Predstavljena je stabilizacija reperjev, nivelir Leica Na3000, s katerim smo merili na terenu ter drugi pripomočki. V nadaljevanju je opisano delo pri obdelavi merskih podatkov (izračun popravkov metra para nivelmanskih lat, temperaturnega popravka in normalnega ortometričnega popravka) in izravnavi nivelmanskega poligona. Ker je bil nivelmanski poligon izmerjen tudi leta 1946 in 1988, bodo določeni vertikalni premiki in analiza natančnosti določitev vertikalnih premikov.

## **BIBLOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** \_\_\_\_\_

**Author:** Sabina Jagodič

**Supervisor:** doc. dr. Božo Koler

**Title:** Renovation of leveling polygon 2-21 (Ljubljana – Zidani most)

**Notes:** 35 pages, 8 tables, 7 pictures, 4 enclosures

**Key words:** Leveling, Project of leveling network, adjustment, accuracy  
assessment, height, vertical movements

### **Abstract:**

Leveling is one of the most precisely geodetic measurement methods. The higher graduation thesis presents project of renovation leveling polygon from Ljubljana to Zidani most. First is describing field part of work. It presents stabilization of benchmarks and leveling with level Leica Na3000. Further the work presents processing with measurements data (scale and temperature corrections, normal orthometric corrections) and adjustment of leveling polygon. Because the leveling polygon was measured in year 1988 we could determine vertical movement and their precisions.



## **ZAHVALA**

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. B.Kolerju. Hvala tudi vsem na katedri, ki so mi omogočili prijetno delovno vzdušje.

Zahvalila bi se tudi svojim staršema, ki sta mi skozi vsa leta študija nudila pomoč in mi pomagala vsak dan narediti lepši.

## KAZALO VSEBINE

<b>1. Uvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Geometrični nivelman .....</b>	<b>3</b>
2.1. Projekt nivelmanske mreže.....	5
2.1.1 Osnovni podatki o nivelmanskem poligonu Ljubljana – Zidani most .....	7
2.2 Vrste in stabilizacija reperjev .....	9
2.3 Izbira instrumentarija in pomožnega pribora.....	11
2.3.1 Opis nivelirja Leica NA 3000.....	12
2.3.2 Nivelmanske late .....	15
2.3.3 Pomožni pribor .....	17
2.4 Izmera na terenu .....	18
<b>3. Obdelava meritev nivelmanskega poligona.....</b>	<b>21</b>
3.1 Prenos podatkov in priprava podatkov za nadaljnjo obdelavo .....	21
3.2 Izračun metra late ter odstopanja.....	23
3.3 Predhodna ocena natančnosti.....	25
3.4 Izračun normalnega ortometričnega popravka (NOP).....	26
<b>4. Izravnavo nivelmanskega poligona.....</b>	<b>28</b>
4.1 Uteži pri izravnavi nivelmanskega poligona .....	29
4.2 A posteriori ocena natančnosti .....	29
<b>5. Vertikalni premiki reperjev.....</b>	<b>31</b>
<b>6. Zaključek.....</b>	<b>33</b>
<b>7. Viri .....</b>	<b>34</b>
<b>8. Priloge .....</b>	<b>35</b>

## KAZALO SLIK:

Slika 1 - Niveliranje iz sredine .....	3
Slika 2 - Topografija reperja CP412.....	8
Slika 3 - Primer stabilizacije reperjev na objektu.....	11
Slika 4 - Figurant z lato kodirane razdelbe.....	15
Slika 5 - Odčitek na kodirani lati.....	16
Slika 6 - Podpiralo za vertikalno postavljanje nivelmanskih lat .....	17
Slika 7 - Podložka oziroma žaba na katero postavimo nivelmansko lato .....	18

## KAZALO PREGLEDNIC:

Preglednica 1 - Podatki o nivelmanskem poligonu 2-21 .....	7
Preglednica 2 - Podatki o komparaciji nivelmanskih lat .....	16
Preglednica 3 - Dovoljena odstopanje pri niveliranju nivelmanskih mrež različnih redov....	20
Preglednica 4 - Urejeni podatki v Excelu .....	23
Preglednica 5 - Opazovane vrednosti .....	24
Preglednica 6 - Temperatura na reperjih .....	24
Preglednica 7 - Izračun popravkov višinskih razlik ter sredine dolžin in višinskih razlik.....	25
Preglednica 8 - Primerjava višin reperjev leta 2007 z letom 1989, natančnost ter njihova razlika (premik reperja) .....	32

## 1. Uvod

Na celotnem območju države je razvita državna trigonometrična mreža. Pojavlja se potreba po novih geodetskih točkah zaradi nezadostne gostote geodetskih točk in nezadostne natančnosti določitve položaja točk. Pri določevanju koordinat točk izhajamo iz obstoječe mreže. Koordinate točke določamo po principu iz velikega v malo oziroma z zgoščevanjem mreže geodetskih točk višjih redov.

Mreža geodetskih točk je stabilizirana po celotni državi. S pomočjo natančnih instrumentov za merjenje kotov, dolžin, višinskih razlik ter z instrumenti in metodami satelitske geodezije določamo položaj točk v prostoru. Z različnimi metodami izmere in izračuna (triangulacija, trilateracija, trigonometrično višinomerstvo, nivelman, metode satelitske geodezije) določamo medsebojni položaj teh točk v prostoru. Mreža geodetskih točk nam omogoča, da lahko kjerkoli določimo položaj katerega koli objekta na zemeljskem površju. Točke geodetske mreže so osnova za nadaljnje meritve.

Osnovni pojmi, ki jih srečamo v geodeziji so:

a) GEODETSKA MREŽA je skupina med seboj povezanih točk iste vrste, ki jih razdelimo glede:

- na namen (položajne, višinske, gravimetrične mreže),
- na obliko (trigonometrične, poligonske, linijske, nivelmanske mreže).

b) DRŽAVNA MREŽA GEODETSKIH TOČK je mreža geodetskih točk iste vrste v enotnem državnem sistemu, ki so enakomerno porazdeljene po ozemlju celotne države. Državne mreže geodetskih točk delimo na položajno temeljno geodetsko mrežo in višinsko temeljno geodetsko mrežo. V Sloveniji je geodetskih točk približno 27 000, višinskih točk je približno 12 000. (podatek dobljen s strani: [http://www.geodetska-uprava.si/gu/aplik/cepp/GURS\\_izpispvse.jsp?ID={1614DDB4-5216-11D2-BC1C-00A0C9067C11}](http://www.geodetska-uprava.si/gu/aplik/cepp/GURS_izpispvse.jsp?ID={1614DDB4-5216-11D2-BC1C-00A0C9067C11}))

Del višinske geodetske mreže v Sloveniji so tudi višinske točke nivelmanskega poligona 2-21.

Za potrebe izračunov premikov na območju Ljubljane pa do Zidanega mosta je bila izvedena sanacija nivelmanskega poligona 2-21, kateri je bil izmerjen in preračunan v letu 1989. V tej izmeri smo dodali nekaj višinskih točk že obstoječi nivelmanski mreži ter jo izravnali in preračunali vertikalne premike reperjev.

V zvezi s točkami višinske geodetske mreže obravnavamo naslednje pojme:

Višinske geodetske točke (z): za določitev oddaljenosti fizične površine Zemlje od ničelne nivojske ploskve.

Višina točke je vertikalna oddaljenost te točke od izbrane nivojske ploskve.

Absolutna višina točke: (nadmorska višina) je vertikalna oddaljenost te točke od ničelne nivojske ploskve.

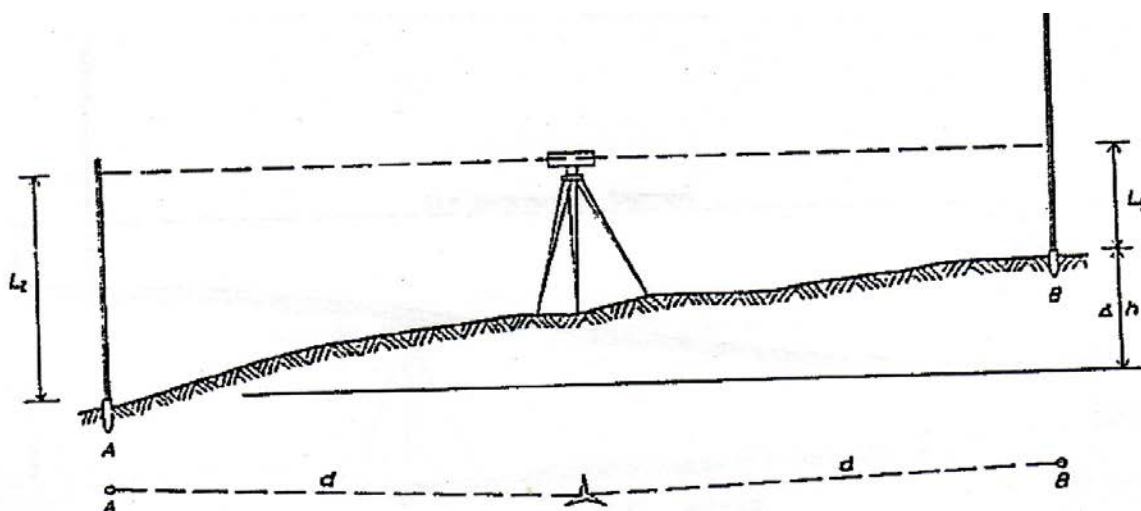
Relativna višina točke: je razlika absolutne višine te točke od absolutne višine izbrane točke h.

Višinska razlika dveh točk,  $\Delta h$  je vertikalna oddaljenost nivojskih ploskev skozi ti dve točki  $\Delta h$ .

## 2. Geometrični nivelman

Geometrični nivelman je najnatančnejša metoda določanja višinskih razlik oz. absolutnih (nadmorskih) višin točk. Uporablja se za določanje vertikalnih premikov zemeljske skorje, določevanje razlik nivoja svetovnih morij, poleg navedenega uporabljamo nivelman pri inženirski geodeziji, kjer zahtevana visoka natančnost določitve višinske razlike ali višine točke: precizna višinska izmera in zakoličba, opazovanje objektov v času gradnje in po njej, zakoličbe pri montaži strojev in naprav.

Pri niveliranju uporabljamo horizontalno optično linijo, od katere določamo odčitke na vertikalno postavljenih latah, ki se nahajajo na točkah, med katerimi določamo višinsko razliko. Višinsko razliko med dvema reperjema lahko določimo z niveliranjem iz sredine oz. niveliranjem s krajišča. Pri niveliranju iz sredine postavimo nivelir na sredino med obema točkama. Za določitev višinske razlike med dvema reperjema, razdelimo pot med reperjema na krajše odseke. Pomožne točke, na katere postavljamo late imenujemo *izmenišča* oz. *vezne točke*. Označujemo jih običajno s majhnimi črkami (*a, b, c...*). Na izmenišča postavljamo žabe in na njih potem nivelmanske late. Izmenišča morajo biti trdna in se pod lato ne smejo podajati. Višinsko razliko med dvema točkama določimo na osnovi razlike odčitkov  $L_z$  (lata zadaj) in  $L_s$  (lata spredaj).



Slika 1 - Niveliranje iz sredine

Višinska razlika med točkama tako znaša  $\Delta h = l_z - l_s$ .

Ko zaključimo s postopkom na enem stojišču premaknemo nivelir na novo stojišče. Vedno je lata proti začetnem reperju lata zadaj in nasprotna lata, v smeri niveliranja, lata spredaj. Višinsko razliko med dvema reperjema dobimo, če seštejemo vse delne višinske razlike med izmenišči nivelmanskih lat ali če od vsote vseh odčitkov na "latah zadaj" odštejemo vsoto vseh odčitkov "lata spredaj". Pri preciznem geometričnem nivelmanu uporabimo metodo niveliranja iz sredine. *Niveliranje iz sredine* je metoda pri kateri že sam način pove, da nivelir postavimo približno na sredino med dvema latama in odčitamo višinsko razliko na latah in sicer lata zadaj in lata spredaj. V našem primeru je bila največja možna razdalja med nivelirjem in nivelmansko lato 30 m. Paziti moramo, da ni prevelike razlike med razliko late spredaj in late zadaj, le ta mora biti manjša od 1m. S tem ko postavljamo nivelir na sredino med latama, se eliminirajo pogreški, ki nastajajo zaradi dolžine.

Reperji so med seboj povezani na različne načine. Dva reperja povezana med seboj tvorita nivelmansko linijo, več med seboj povezanih nivelmanskih linij (iztegnjeni, zaključeni nivelman) tvorijo nivelmanski poligon. Več med seboj povezanih nivelmanskih poligonov pa tvori nivelmanske zanke oziroma nivelmansko mrežo.

Nivelmanske mreže delimo glede na obseg in namen:

- državna nivelmanska mreža
- lokalna nivelmanska mreža.

Če višinsko mrežo navežemo na reper državne nivelmanske mreže, potem so nadmorske višine reperjev določenem v vertikalnem datumu Trst in višinskem sistemu normalnih ortometričnih višin, če upoštevamo normalni ortometrični popravek.



## 2.1. Projekt nivelmanske mreže

Projektiranje geodetskih mrež je ena najpomembnejših faz vzpostavljanja geodetskih mrež. Dober projekt je predpogoj za izpolnitev zahtev investitorja glede kakovosti oblike geodetske mreže in natančnosti končnih rezultatov ter zagotavlja izvedbo del z optimalnimi stroški. Način projektiranja in vsebina projekta formalno ni predpisana z zakonskimi akti. Posamezne faze projektiranja se lahko zelo razlikujejo glede na vrsto mreže ter na predvideno metodo izmere. Od tega je odvisna tudi končna vsebina projekta.

Pri izdelavi projekta se je smiselno povezovati in sodelovati z geologi, s cestarji, prostorskimi planerji. Posebno dobro je potrebno proučiti obstoječo višinsko mrežo. V okviru projekta je potreben predhoden ogled terena (rekognosciranje terena ) na osnovi katerega:

- preverimo možnost realizacije predvidenih nivelmanskih poligonov na terenu
- izberemo mikrolokacije za stabilizacijo novih reperjev
- izberemo način stabilizacije reperjev.

**Projekt geodetske mreže** mora, ne glede na vrsto mreže in metodo izmere, vsebovati nekatere nujne sestavine. Končna izbira vsebine je prepuščena projektantu. Smiselno je v projektu potrebno navesti:

1. Opis zastavljene naloge z osnovnimi podatki o vrsti in velikosti mreže, gostoti točk ter zahtevani natančnosti določitve koordinat točk mreže skupaj z opisom območja razvijanja mreže ali opazovanega oz. projektiranega objekta.
2. Skica mreže na topografski podlagi ali na načrtu objekta oz. projekta v primernem merilu z vrisanimi danimi in novimi oz. opazovalnimi in detajlnimi točkami in

medsebojnimi povezavami v primernem merilu. Na ta način je definirana **oblika** mreže – (modelna matrika) **B**.

3. Opis vrste in načina stabilizacije točk mreže, ki poleg pisnega dela vrste vsebuje tudi skice stabilizacij točk ter opis postopka postavitve točk. V nekaterih primerih je vrsta stabilizacije posebej predpisana.

4. Opis instrumentarija in pribora, ki bo uporabljen pri izmeri merskih količin. Kratek opis vsebuje tudi osnovne tehnične podatke o instrumentih (predvsem natančnost) in priboru (npr. način postavitve na točke - centriranje, vrsta signalizacije točk ...)

5. Opis uporabljene metode izmere vsebuje kratek opis načina meritev (dvostranske meritve, značilnosti generalnega nivelmana, število ponovitev, predvideni dnevni čas meritev ...)

6. Opis načina izračuna iskanih vrednosti vsebuje kratek opis postopka izravnave (vrsta mreže, način izravnave, datum mreže, koordinatni sistem, navezava nivelmanskega poligona ... ).

7. A priori ocena natančnosti meritev je pogoj za oceno določitve natančnosti iskanih količin. Natančnost merjenih količin je mogoče oceniti po zakonu o prenosu varianc in kovarianc na osnovi oblike in dimenzij mreže, natančnosti uporabljenega instrumentarija ter uporabljene metode meritev in izkušenj opazovalca. Ocena je lahko subjektivna ali objektivna, rezultat so standardne deviacije  $\sigma_{ii}$  merjenih količin. Vrednosti so osnova za izračun uteži meritev – matrika uteži **P** ter matrika **B**.

8. Finančno ovrednotenje projekta vsebuje izračun stroškov izvedbe projekta v celoti in po delih.

### 2.1.1 Osnovni podatki o nivelmanskem poligonu Ljubljana – Zidani most

Za potrebe izdelave projektov in izgradnje hidroelektrarn vzdolž srednje Save, je bila izvedena sanacija nivelmanskih poligonov, ki so stabilizirani med HE Medvode in HE Vrhovo. Zadnja izmera nivelmanskega poligona 2-21 je bila izvedena leta 1988/89. Nivelmanski poligon poteka od Ljubljane pa do Zidanega mosta ob reki Savi. Ker je od zadnje izmere poteklo skoraj 20 let in ker ne poznamo velikosti vertikalnih premikov na omenjenem območju, je nujno potrebno sanirati nivelmanski poligon.

Rezultat izmere je ustrezna višinska osnova za projektiranje in zakoličevanje objektov ter s primerjavo prejšnjih meritev, možnost določitve vertikalnih premikov.

Število reperjev, ki so merjeni na terenu, je 98 in sicer od številke CP412 pa do številke CP369. Med vsakim reperjem so zaradi predolgih dolžin potrebna vmesna izmenišča, ki količinsko niso določena.

Območje po katerem poteka nivelmanski poligon je različno razgiban. Ob Ljubljani je teren bolj raven, proti Zidanem Mostu pa nivelmanski poligon poteka po grapi ob reki Savi.

	Dolžina poligona	Število reperjev	
		dani	novi
Nivelmanski poligon 2-21	68,83 km	2	97 + 8 visokih

Preglednica 1 - Podatki o nivelmanskem poligonu 2-21

Skica nivelmanske mreže na topografski podlagi mora vsebovati vrisane:

- Obstoječe in nove reperje
  - Makrolokacija reperjev na DTK 50
  - Mikrolokacija reperjev na DOF 5 ali TTN5
- Medsebojne povezane med reperji

Primer izrisa položaja reperjev na DTK 50 je priložen v prilogi 1.

Poleg grafične priloge, ki prikazuje potek nivelmanskega poligona, je za vsak reper potrebno izdelati topografijo reperja (glej sliko 2).

Osnovni podatki
Sanacija nivelmanskega poligona HE Medvode – HE Vrhovc
HSE d.o.o., Koprška ulica 92, 1000 Ljubljana
UL FGG, Katedra za inženirsko geodezijo, Jamova 2, 1000 Ljubljana
November 2006- april 2007

### Podatki o reperju

Številka reperja:	CP 412	Zaporedna številka reperja:	30
Način stabilizacije/Oblika reperja	Horizontalna / Visoki reper		
Nadmorska višina	302,2826 m		
Vertikalni datum/Višinski sistem	Trst/Dinamična višina		
Koordinata y/x	462813	105430	
Oznaka DTK 1:50000/DOF 5	32 Ljubljana	5 E 24-34	
Opis položaja reperja	Dunajska cesta 227, Ljubljana		



Slika 2 - Topografija reperja CP412

V osnovnih podatkih, ki so sestavni del topografije reperja, je potrebno vpisati naslov projekta, naslov investitorja in izvajalca ter čas izvajanja projekta na terenu.

V podatkih o reperju pa je pomembno vpisati številko reperja, ter zaporedno številko reperja v nivelmanskem poligonu, način ter leto stabilizacije, obliko reperja, nadmorsko višino,

vertikalni datum in višinski sistem, koordinato  $y$  in  $x$ , oznako DTK 1: 50000 in DOF 5 oziroma TTN 5, ter opis objekta, v katerem je reper stabiliziran.

Skica ali fotografija repera mora točno prikazati, kje je reper na objektu stabiliziran, saj ga je možno le tako kasneje ponovno poiskati.

Nivelmanski poligon 2-21 je navezan na repera CP412 (Ljubljana – Črnuče) in CP369 (Zidani most). Višina repera CP412 je bila določena leta 2006 v okviru sanacije dela nivelmanskega poligona NVN5-1 (Jeprca – Ljubljana), ki jo je izvedel geodetski zavod Ljubljana. Višina repera CP369 je bila določena leta 1971 z izmero nivelmanske mreže visoke natančnosti bivše Jugoslavije. Vključen je v nivelmanski poligon NVN6-1.

## **2.2 Vrste in stabilizacija reperjev**

Če hočemo nadmorske višine točk določiti za daljše obdobje, je potrebno točke stabilizirati. To je posebej pomembno za tiste točke, ki nam predstavljajo osnovo za kakršno koli višinsko izmero. Take točke imenujemo reperi. Reperi so stalne višinske točke z znanimi nadmorskimi višinami. Običajno so izdelani iz litoželeza različnih oblik in dimenzij.

V državnih mrežah uporabljamo normalne reperi, fundamentalne reperi, nizke ter visoke reperi. Za lokalne mreže pa uporabljamo nizke in visoke reperi.

Način stabilizacije reperjev je predpisan v pravilniku iz leta 1981 (Pravilnik o tehničnih normativih ta mreže temeljnih geodetskih točk Ur.l. SRS št.18/81). Po namenu razdelimo reperi v: normalni in fundamentalni reperi (služijo za zavarovanje višin mreže). Ti reperi materializirajo višinski koordinatni sistem in določajo vertikalni datum.

## **VRSTE REPERJEV**

Normalni reper je posebno kvalitetno stabiliziran reper z več bočnimi zavarovanji. Ta reper predstavlja izhodiščno točko za večje območje ali državo, zato mora biti zelo dobro stabiliziran in zavarovan z več bočnimi reperji.

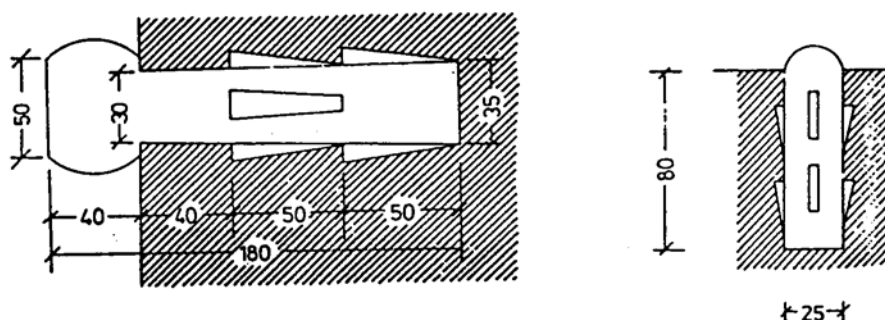
Fundamentalni reper je posebno kvalitetno stabiliziran reper na geološko stabilnem terenu. Skupaj z bočnimi zavarovanji so povezani v mikro mreže fundamentalnih reperjev.

Delovni reperji (navadni) so trajno stabilizirane višinske točke, ki služijo za fizično definiranje višinske mreže in za določitev višin detaljnih točk, so dostopni vsakomur.

Nizki reper; lato postavimo na reper podobno kot na izmenišče, odstranimo podstavek za centrično postavljanje nivelmanske late. Če je reper poškodovan ali če nanj ni možno postaviti late vertikalno, si pomagamo s stransko vizuro.

Visoki reper; pri navezavi na visoki reper navadno uporabljamo klasični nivelir, ki nam omogoča direktno navezavo z viziranjem na luknjico ali na ustrezen merilček. Pri digitalnem nivelirju uporabimo poseben merilček s kodirano razdelbo.

Reperji morajo biti ustrezno skonstruirani, tako da je najvišja točka na katero se nanaša višina reperja, nedvoumno določena. S stabilizacijo moramo zagotoviti trajno in trdno povezavo z objektom. Stabiliziramo jih v stalne in trdne objekte, na dostopnih vendar ne izpostavljenih delih objekta tako, da so zaščiteni pred uničenjem.



Slika 3 - Primer stabilizacije reperjev na objektu

## 2.3 Izbira instrumentarija in pomožnega pribora

Pri merjenju višinskih razlik z metodo geometričnega nivelmana uporabljamo nivelirje. To so v osnovi (predvsem nivelirji majhne in srednje natančnosti) dokaj preprosti optično mehanski in v današnjem času kompleksni elektronski instrumenti, katerih najpomembnejša funkcija je zagotavljanje horizontalne smeri opazovanja. Sodobni digitalni nivelirji so s svojimi prednostmi praktično že izpodrinili klasične nivelirje. So sicer kompleksni elektronski instrumenti, ki pa so za uporabo enostavni. Način določanja odčitka na lati je popolnoma avtomatiziran, princip horizontiranja vizurne osi pa je enak kot pri klasičnih instrumentih, zato prav tako zahtevajo ustrezno kontrolo instrumenta in uporabo primerne postopka meritev. Pri merjenju z nivelirjem zato najpogosteje obravnavamo bistveni instrumentalni pogrešek - pogrešek nehorizontalnosti vizurne osi. Ob uravnani dozni libeli (približno horizontiranem instrumentu) mora biti vizurna os horizontalna. Kot nehorizontalnosti določimo z različnimi metodami. Vse temeljijo na primerjavi dvakrat na različen način določene višinske razlike med izbranimi točkama z vsakič enkratno postavitvijo instrumenta (niveliranje iz sredine in krajišča, Förstner, Näbauer, Kukkamäki). Metode preizkusa se razlikujejo po zahtevnosti in natančnosti, izbira pa je odvisna predvsem od natančnosti instrumenta in namena izmere. Rezultat preizkusa je kot nehorizontalnosti, ki ga vnesemo v pomnilnik instrumenta in tako zagotovimo korekcijo merjenih vrednosti (analogni

kompenzacijski nivelir – premik nitnega križa). Digitalni nivelir ob preciznih meritvah na ta način preizkušamo vsakič ob začetku meritev.

Ocena natančnosti je običajno podana z dvema parametroma, ki sta vezana tudi na vrsto uporabljene nivelmanske late (navadna ali invar). Natančnost pri merjenju na daljše oddaljenosti določa standardna deviacija kilometra dvojnega nivelmana (dolžina poti niveliranja je 1 km, niveliramo v obe smereh), posebej pa je podana natančnost instrumenta pri prenosu višine (enkratna postavitve).

Pri podajanju natančnosti se proizvajalci sklicujejo na standardizirana postopka preizkusa instrumenta DIN 18723-2 ali ISO 8322-2. Vrednosti  $s_{\text{DIN 18723-NIV-1000}}$ ,  $s_{\text{DIN 18723-NIV-20}}$  in

$s_{\text{ISO 8322-2}}$ , so ocenjeni na osnovi odstopanj od aritmetične sredine iz rezultatov niza meritev v izbrani mreži (DIN 40 meritev, ISO 10 meritev).

Instrumentarij, ki ga bomo uporabili pri izmeri, mora izpolnjevati pogoje, ki so potrebni za natančnost, ki jo želimo po izravnavi dobiti. Za našo meritev nivelmanskega poligona potrebujemo precizni digitalni nivelir, ki po podatkih proizvajalca zagotavlja natančnost niveliranja do 0,5 mm/km dvojneganivelmana (naveden mora biti standard, po katerem je bil preizkus narejen), stativ, ki omogoča čim bolj togo postavitve, da ne prihaja do vertikalnih premikov (redno preverjanje privojnih vijakov ali zaponk), komparirane (razdelba in dozna libela) precizne kodne invar nivelmanske late z vpetim invar trakom s kodno razdelbo in s podporami za postavljanje. Popravek začetne črtice razdelbe (pete late) mora biti manjši od 0,05 mm. Če imamo na voljo več nivelmanskih lat, potem izberemo pare nivelmanskih lat, pri katerih je popravek pete late istega predznaka in lahko znaša do 0,09 mm, podložke (žabe) mase vsaj 5 kg, pomožni pribor (termometer, merilno kolo, senčniki, nastavki...).

### 2.3.1 Opis nivelirja Leica NA 3000

Izmero opisanega nivelmanskega poligona smo izvedli z digitalnim nivelirjem Leica Na 3000, ki omogoča avtomatsko registracijo odčitka na kodirani invar nivelmanski lati. Nivelir spada med najpreciznejše nivelirje in je namenjen za niveliranje nivelmanskih mrež višjih redov, opazovanje vertikalnih premikov različnih gradbenih objektov, opazovanje recentnih



premikov tal, pri preciznih montažerskih strojnih delih in drugih določitvah višinskih deformacij.

Zgradba instrumenta je podobna klasičnemu nivelirju, optiko in mehaniko ima enako kot običajni kompezacijski nivelir, lahko ga uporabimo kot običajni nivelir z običajno lato, vendar dosežemo manjšo natančnost, glede na klasičen nivelir imajo digitalni nivelirji dodano:

- Detektor ( sestavljen iz 256 diod v vrsti, ki omogočajo zajem slike late in nadomeščajo opazovalčevo oko)
- Mikroprocesor ( za obdelavo digitalne slike nivelmanske late )
- Pomnilniška enota ( kjer se shranjujejo odčitki )

#### a) Zajemanje slike

Slika kodirane razdelbe nivelmanske late pada preko delilca žarka na detektor. Delilec žarka je polprepustno zrcalo, ki prepušča vidno svetlobo zato, da lato vidimo, infrardečo svetlobo pa preusmeri na detektor. Detektor spremeni sliko v analogni video signal. Signal se nato ojači in digitalizira. Ta signal je merski signal. Sledi iz vrednotenja, to je določitev vrednosti odčitka na lati. Merski signal se primerja s kodo, ki je vprogramirana koda celotne razdelbe late v instrumentu. Nivelir določa najboljše sovpadanje merskega in referenčnega signala. To primerjavo imenujemo postopek dvodimenzionalne koleracije oziroma kroskorelacija, ki je odvisna od oddaljenosti late in višine vizure.

## b) Obdelava zajete slike

Opazovalec izostri sliko late s premikanjem leče za fokusiranje. Na osnovi položaja leč instrument določi približno dolžino instrument - lata. Če instrument pozna dolžino se zmanjša količina računanja v fazi izvrednotenja za približno 80 %. Čas meritev je od 1 – 9 sekund povprečno pa 4 sekunde.

Na osnovi določenega maksimuma korelacijske funkcije dobimo:

- Odčitek na nivelmanski lati
- Oddaljenost od instrumenta do late

## c) Natančnost

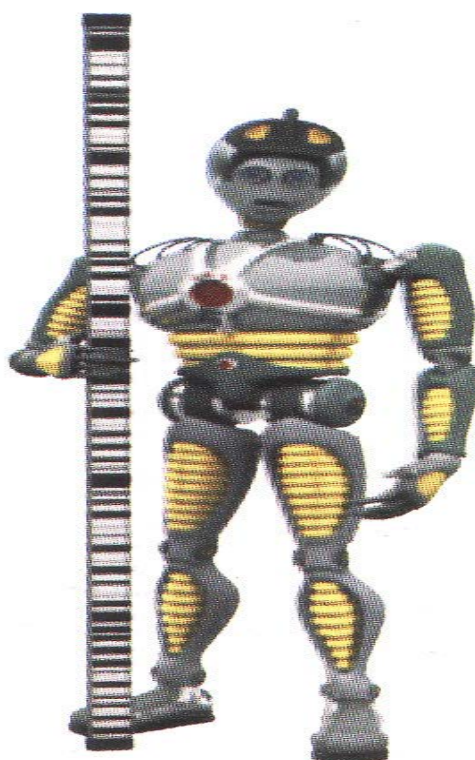
Leica NA 3000 (natčnost navedena v tehničnih podatkih za nivelir Leica NA 3000):

- Odčitek na lati: - elektronsko čitanje z invar lato:  $\sigma_{\Delta h} = 0,4 \text{ mm/km}$  dvojnega nivelmana  
- klasično:  $\sigma_{\Delta h} = 2,0 \text{ mm/km}$
- Natančnost izmere dolžine:  $\sigma_d = 3 - 5 \text{ mm/10m}$
- Natančnost kompenzatorja:  $\pm 0,4''$

Meritve so možne, če se vidi vsaj **30%** late v zornem polju instrumenta oziroma je dovoljena stopnja prekritosti odvisna od dolžine viziranja.

### 2.3.2 Nivelmanske late

Za precizne meritve se uporabljajo invar nivelmanske late. Na latah je kodirana razdelba, ki poteka od spodaj navzgor. Kode so označene izmenično črno-belo. Nivelmanske late so dolge en, dva ali tri metre. Pri niveliranju mora biti lata postavljena na točko vertikalno. Nivelmanske late postavimo vertikalno s pomočjo dozne libele, ki pa mora biti pred izmero preizkušena in justirana.



Slika 4 - Figurant z lato kodirane razdelbe

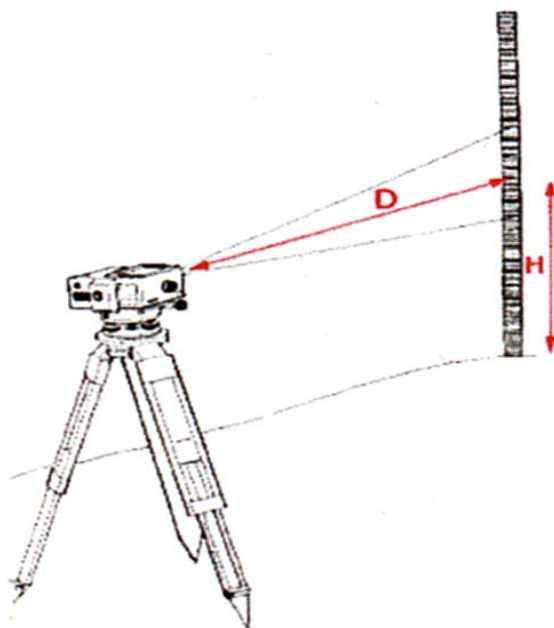
Tudi nivelmanska lata ima konstrukcijske pomanjkljivosti, zato za precizne meritve uporabljamo komparirane nivelmanske late. Komparacija omogoča določitev merila razdelbe nivelmanske late, popravka prve črtice razdelbe ter določitev razteznostnega koeficienta razdelbe. Na osnovi teh parametrov si izračunamo popravke, ki jih prištejemo izmerjenimi vrednostim.

Podatki o komparaciji nivelmanskih lat so zbrani v preglednici 2 za lati številka 26174 in 26190.

Številka nivelmanske late	10.01.2006		22.5.2007		Srednja vrednost	
	m0 (ppm)	l <sub>0</sub> (mm)	m0 (ppm)	l <sub>0</sub> (mm)	m0 (ppm)	l <sub>0</sub> (mm)
26174	-6,00±0,23	0,009±0,004	-11,44±0,23	0,009±0,004	-8,82	0,012
26190	-6,03±0,21	0,023±0,005	-6,51±0,19	0,009±0,004	-6,27	0,020

Preglednica 2 - Podatki o komparaciji nivelmanskih lat

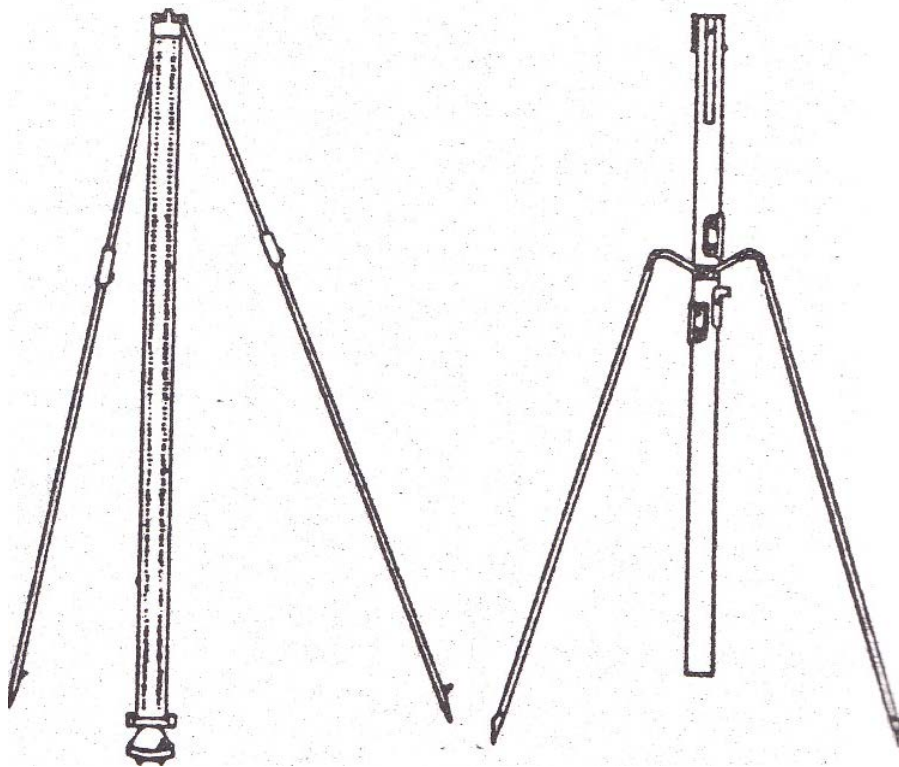
Komparacija nivelmanskih lat je bila opravljena pred in po izmeri na komparatorju nivelmanskih lat, ki ga ima Katedra za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani. Popravki merskih vrednosti so običajno izračunani iz srednjih vrednosti.



Slika 5 - Odčitek na kodirani lati

### 2.3.3 Pomožni pribor

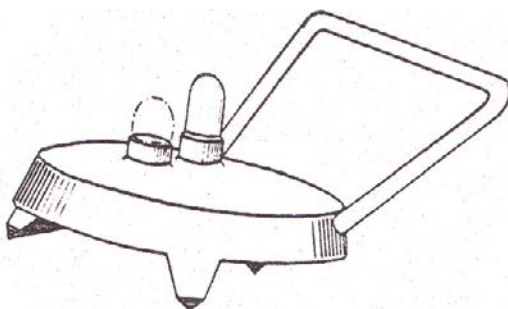
K pomožnemu priboru za niveliranje prištevamo podpirala za vertikalno postavljanje nivelmanskih lat, podložke (žabe) na katere postavljamo nivelmanske late, priložene dozne libele in termometre. Podpirala so zelo pomembna pri postavljanju nivelmanskih lat. S pomočjo dozne libele, ki je pritrjena na hrbtni strani nivelmanske late postavimo nivelmansko lato v vertikalno lego, nato pa nivelmansko lato podpremo s podpirali.



Slika 6 - Podpiralo za vertikalno postavljanje nivelmanskih lat

Pri preciznem nivelmanu na izmeniščih nivelmansko lato postavljamo na podložke oziroma tako imenovane žabe, ki so težke 4-6 kg. Podložko, na katero postavimo nivelmansko lato, položimo na trdno podlago in jo pohodimo.

Pri preciznem nivelmanu imamo na spodnjem delu nivelmanskih lat poseben nastavek z luknjico, ki nam omogoča centrično postavljanje nivelmanske late. Poleg tega nivelmansko lato postavimo na isti položaj pri postavitvi na žabo. Na ta način se poveča natančnost in zanesljivost niveliranja.



Slika 7 - Podložka oziroma žaba na katero postavimo nivelmansko lato

Termometri so pomemben del pomožnega pribora. Z njimi merimo temperaturo invar traku (saj se ta krči in širi), ki jo upoštevamo pri računanju temperaturnih popravkov merjenih višinskih razlik. Uporabljamo lahko elektronski, živosrebrni ali kateri drugi termometer.

## 2.4 Izmera na terenu

Nivelmanska izmera je potekala od novembra 2006 do maja 2007. Nivelmansko izmero je izvajala ena skupina s tremi člani in sicer geodet z nivelirjem ter dva figuranta. Delo je potekalo v presledkih in v primernih vremenskih razmerah. Pri delu je potrebno upoštevati določila Zakona o varstvu pri delu (ZVD), pri niveliranju na javnih prometnih površinah je potrebno upoštevati določila Zakona o varnosti v cestnem prometu (ZVCP).

Da bi z izmero na terenu zagotovili ustrezno visoko natančnost, moramo pri meritvah upoštevati naslednje pogoje in napotke:

a) Priprava instrumentarija pred izmero na terenu

- Če se instrument nahaja v prostoru, katerega temperatura je različna od temperature delovnega okolja, je potrebno instrument pred izmero prilagoditi temperaturi delovnega okolja. Po standardu ISO17123-2, ja za vsako stopinjo razlike v temperaturi, potrebno počakati 2 minuti,
- vizuelna kontrola late (stanje razdelbe in dozne libele, napetost invar traku, položaj in stanje pete late).

b) Podatki, ki jih vtipkamo na začetku niveliranja:

- Številka nivelmanskega poligona
- Številka para nivelmanskih lat
- Datum (LLMMDD)
- Sprememba številke nivelmanskega poligona ali para lat (vtipkamo ob spremembi)
- Pogoji v času niveliranja
- Številka late na začetku nivelmanske linije

Podatki o pogojih v času nivelmanske izmere nam lahko koristijo pri analizi rezultatov meritev, če se pojavijo med posameznimi delovnimi dnevi večje razlike.

c) Dovoljena odstopanja dvakrat nivelirane višinske razlike

Vsaka nivelmanska linija je bila izmerjena v obe smeri. Na osnovi popravljenih merjenih višinskih razlik izračunamo odstopanja merjenja nivelmanske linije v obe smeri. Izračunana razlika mora biti manjša od dopustnega odstopanja  $\Delta_{dop}$ . Nivelmanske linije, katerih razlika med niveliranjem v eno in drugo stran presega dovoljeno odstopanje, je treba ponoviti.

V preglednici 3 so zbrane enačbe za izračun dopustnega odstopanja v nivelmanskih mrežah, kot so predpisana s Pravilnikom o tehničnih normativih za mrežo temeljnih geodetskih točk iz

leta 1981. Za sanacijo nivelmanskega poligona smo dovoljeno odstopanje računali za nivelmansko mrežo NVN.

Red nivelmanske mreže	Merjenje niv.linije v obeh smereh	Nivelmanska zanka	Razlika med merjeno in dano
NVN	$\pm 2\sqrt{d_l + 0,04d_l^2}$	$\pm 1\sqrt{d_z + 0,04d_z^2}$	–
Niv. mreža 1. reda	$\pm 3\sqrt{d_l + 0,04d_l^2}$	–	$\pm 1,5\sqrt{d_v + 0,04d_v^2}$
Niv. mreža 2. reda	$\pm 4\sqrt{d_l + 0,04d_l^2}$	–	$\pm 2\sqrt{d_v + 0,04d_v^2}$
Niv. mreža 3. reda	$\pm 10\sqrt{d_l + 0,04d_l^2}$	–	$\pm 5\sqrt{d_v + 0,04d_v^2}$
Niv. mreža 4. reda	$\pm 16\sqrt{d_l + 0,06d_l^2}$	–	$\pm 8\sqrt{d_v + 0,04d_v^2}$
Mestna niv. mreža 1. reda	$\pm 4\sqrt{d_l + 0,04d_l^2}$	$\pm 2\sqrt{d_z + 0,04d_z^2}$	–
Mestna niv. mreža 2. reda	$\pm 6\sqrt{d_l + 0,04d_l^2}$	–	$\pm 3\sqrt{d_v + 0,04d_v^2}$

Preglednica 3 - Dovoljena odstopanje pri niveliranju nivelmanskih mrež različnih redov

Kjer je:

$\Delta_{\text{dov}}$  ... dovoljeno odstopanje (v mm) med niveliranjem naprej in nazaj

d ... srednja dolžina nivelmanske linije v km

Glede na red višinske mreže in zahtevano natančnost, je potrebno, izpolniti tudi nekatere druge zahteve, ki so povezane z maksimalno dolžino vizure, odstopanjem vsote dolžin vizur zadaj od vsote dolžin vizur spredaj in število ponovitev odčitkov na nivelmanski lati. Tako je pri izmeri nivelmanskega poligona 2-21 najdaljša dolžina vizure znašala do 40 metrov. Nivelirali smo iz sredine oziroma razlika vsot dolžin vizur spredaj se je od vsote dolžin vizur zadaj lahko razlikovala do 1 m. Minimalna višina vizure nad tlemi je bila 0,6 m. Meritve smo opravljali večinoma v dopoldanskem času in ob ugodnih vremenskih razmerah



### 3. Obdelava meritev nivelmanskega poligona

Narava meritev pogojuje predhodno obdelavo podatkov oz. pretvorbo merskih vrednosti v obliko, primerno za izravnavo. Ta preračun je pri geometričnem nivelmanu dokaj enostaven, če izvezemo dejstvo, da pogosto operiramo z množico opazovanj. Predvsem je potrebno merjene vrednosti (že pred oceno natančnosti) popraviti za popravke lat, vpliv ukrivljenosti Zemlje in refrakcije in dodatne vplive, ki pa so odvisni od vrste mreže in zahtevane natančnosti.

Merjene vrednosti so eden od vhodnih podatkov izravnave. V primeru nivelmanske mreže so to na ta način reducirane višinske razlike nivelmanskih linij ter dolžine nivelmanskih linij in vlakov.

#### 3.1 Prenos podatkov in priprava podatkov za nadaljnjo obdelavo

Spodaj lahko vidimo primer 'surovih' podatkov, kot se zapišejo na REC modul nivelirja.

V prvi vrstici je zapisan datum (7.12.2006), nato so zapisane merjene vrednosti nivelmanske linije od reperja 3000 do reperja 2000. Ti surovi podatki so manj pregledni in niso primerni za takojšnjo izravnavo, zato jih je potrebno v naslednjem koraku urediti

410180+00000100	42....+07122006			
110181+00003000	83..16+00000000			
110182+00003000	32..00+00017440	331108+00274974	52..06+0003+002	
110183+00000001	32..00+00017460	332108+00082649	52..06+0009+000	83..06+00019233
110184+00000001	32..00+00028530	331108+00226628	52..06+0003+001	
110185+00000002	32..00+00027450	332108+00108345	52..06+0003+000	83..06+00031061
110186+00000002	32..00+00030500	331108+00167684	52..06+0003+000	
110187+00000003	32..00+00029810	332108+00135704	52..06+0003+000	83..06+00034259
110188+00000003	32..00+00030180	331108+00122950	52..06+0003+000	
110189+00000004	32..00+00034340	332108+00196634	52..06+0003+000	83..06+00026890
110190+00000004	32..00+00030180	331108+00097208	52..06+0003+000	
110191+00000005	32..00+00029520	332108+00183560	52..06+0003+000	83..06+00018255
110192+00000005	32..00+00028960	331108+00112592	52..06+0003+000	
110193+00000006	32..00+00024930	332108+00183162	52..06+0003+000	83..06+00011198
110194+00000006	32..00+00029920	331108+00115170	52..06+0003+000	
110195+00000007	32..00+00031100	332108+00150502	52..06+0003+000	83..06+00007665
110196+00000007	32..00+00029620	331108+00137321	52..06+0003+001	
110197+00000008	32..00+00030490	332108+00133853	52..06+0003+000	83..06+00008012

```

110198+000000008 32..00+00030140 331108+00145328 52..06+0003+000
110199+000000009 32..00+00030260 332108+00145828 52..06+0003+000 83..06+00007962
110200+000000009 32..00+00029080 331108+00158958 52..06+0003+000
110201+000000010 32..00+00028310 332108+00155135 52..06+0003+000 83..06+00008344
110202+000000010 32..00+00030080 331108+00142847 52..06+0003+001
110203+000000011 32..00+00031480 332108+00157403 52..06+0003+000 83..06+00006889
110204+000000011 32..00+00028850 331108+00176838 52..06+0003+000
110205+000000012 32..00+00028560 332108+00112694 52..06+0003+000 83..06+00013303
110206+000000012 32..00+00030440 331108+00179570 52..06+0003+000
110207+000000013 32..00+00029810 332108+00135767 52..06+0003+000 83..06+00017683
110208+000000013 32..00+00029210 331108+00176237 52..06+0003+000
110209+000000014 32..00+00027900 332108+00138206 52..06+0003+000 83..06+00021486
110210+000000014 32..00+00027510 331108+00136042 52..06+0004+000
110211+000000015 32..00+00029430 332108+00160904 52..06+0003+001 83..06+00019000
110212+000000015 32..00+00014960 331108+00144229 52..06+0003+000
110213+00002000 32..00+00014680 332108+00101793 52..06+0003+000 83..06+00023244
110214+00002000 83..16+000000000

```

Za nadaljnjo uporabo je potrebno podatke urediti v Excelu. Primer 'urejenih' podatkov v excelovem delovnem zvezku je predstavljen v preglednici 4. Podatki so bolj urejeni in pregledni. Preglednica prikazuje v prvem stolpcu številko reperja oziroma izmenišča, drugi stolpec prikazuje dolžino v milimetrih, tretji stolpec odčitek na nivelmanski lati, četrti stolpec je dolžina v metri, nato odčitek na nivelmanski lati v metrih. V zadnjem stolpcu je izračunana merjena višinska razlika med izmenišči ( $l_z - l_s$ )

7.12.2006	d[mm]	H na izmenišču [μm]	d[m]	H na izmenišču [m]	ΔH na izmenišču
3000	17440	274974	17,44	2,74974	
1	17460	82649	17,46	0,82649	1,92325
1	28530	226628	28,53	2,26628	
2	27450	108345	27,45	1,08345	1,18283
2	30500	167684	30,5	1,67684	
3	29810	135704	29,81	1,35704	0,3198
3	30180	122950	30,18	1,2295	
4	34340	196634	34,34	1,96634	-0,73684
4	30180	97208	30,18	0,97208	
5	29520	183560	29,52	1,8356	-0,86352
5	28960	112592	28,96	1,12592	
6	24930	183162	24,93	1,83162	-0,7057
6	29920	115170	29,92	1,1517	
7	31100	150502	31,1	1,50502	-0,35332
7	29620	137321	29,62	1,37321	
8	30490	133853	30,49	1,33853	0,03468
8	30140	145328	30,14	1,45328	
9	30260	145828	30,26	1,45828	-0,005

9	29080	158958	29,08	1,58958	
10	28310	155135	28,31	1,55135	0,03823
10	30080	142847	30,08	1,42847	
11	31480	157403	31,48	1,57403	-0,14556
11	28850	176838	28,85	1,76838	
12	28560	112694	28,56	1,12694	0,64144
12	30440	179570	30,44	1,7957	
13	29810	135767	29,81	1,35767	0,43803
13	29210	176237	29,21	1,76237	
14	27900	138206	27,9	1,38206	0,38031
14	27510	136042	27,51	1,36042	
15	29430	160904	29,43	1,60904	-0,24862
15	14960	144229	14,96	1,44229	
2000	14680	101793	14,68	1,01793	0,42436
2000			891,13 m		2,32437 m

Preglednica 4 - Urejeni podatki v Excelu

V rumenem okvirčku je sešeta dolžina nivelmanske linije in merjena višinska razlika med izmenišči in skupna višinska razlika med od reperja 3000 do 2000.

### 3.2 Izračun metra late ter odstopanja

Vse urejene podatke moramo vpisati v obrazec za niveliranje. Na terenu smo merili tudi temperaturo nivelmanske late. Temperaturo nivelmanske late smo merili na vsakem reperju.

Vse nivelmanske linije so bile izmerjene po pravilih za izmero nivelmanske mreže visoke natančnosti. Podatke, ki smo predhodno prenesli v računalnik in jih uredili, moramo še preračunati in ugotoviti ali so ti podatki v mejah dopustnega odstopanja.

V naslednjem koraku so primeri izračunanih popravkov višinskih razlik, odstopanja ter sredine višinske razlike na osnovi opazovanj. Primeri so izpisani za naključno izbrane reperje HE11, 5206C, 5207B, HE12, HE13, HE14 ter 5208A/2. V preglednici št. 5 so vpisane opazovane vrednosti izbranih reperjev.

OD	DO	Višinska razlika iz niveliranja "naprej"		S[m]	Višinska razlika iz niveliranja "nazaj"		S[m]
		Štev. late	h'nap		Štev. late	h'naz	
HE11	5206C	90-90	-3,2764	723,04	90-90	3,27513	725
5206C	5207B	90-74	-1,49977	890,41	74-74	1,49992	898,14
5207B	HE12	74-90	0,592	1102,44	90-74	-0,5858	1093,89
HE12	HE13	74-74	-3,93856	781,34	74-74	3,93816	777,76
HE13	HE14	74-90	-0,98456	515,08	90-74	0,98551	554,46
HE14	5208A/2	90-90	1,58916	922,07	90-90	-1,58879	893,38

Preglednica 5 - Opazovane vrednosti

V preglednici 6 je vpisana merjena temperatura nivelmanske late na reperjih v obe smeri (tja in nazaj) ter izračunano povprečje temperature, v zadnjem stolpcu pa je izračunan meter late v obe smeri (late tj. in nazaj) glede na temperaturo in dolžino.

temperatura tja		Pov- prečno	temperatura nazaj		Pov- prečno	meter late tja		meter late nazaj	
9,6	9,8	9,7	9,2	9,6	9,4	0,999987805	0,999987625		
9,8	10,0	9,9	10,3	10,1	10,2	0,999987925	0,999988105		
10,0	10,1	10,1	10,1	10,2	10,2	0,999988015	0,999988075		
0,5	0,0	0,3	0,5	0,0	0,3	0,999982135	0,999982135		
0,6	0,5	0,6	1,1	0,5	0,8	0,999982315	0,999982465		
0,6	1,6	1,1	4,8	4,5	4,7	0,999982645	0,999984775		

Preglednica 6 – Temperatura na reperjih

Naslednja preglednica prikazuje popravljene višinske razlike, odstopanje merjene nivelmanske linije v obe smeri, dovoljeno odstopanje ter srednjo višinsko razliko in višino reperjev.

popravljena Δh		Odstop.	Dovoljeno odstopanje	Srednja Δh	Srednja d	$\left[ \frac{\rho^2}{d} \right]$
tja	nazaj			h'=(h'nap+h'naz)/2		

-3,27636	3,27509	-1,27	1,73	-3,27572	0,72	2,2297
-1,49974	1,49990	0,16	1,92	-1,49982	0,89	0,0302
0,59198	-0,58578	6,20	2,14	0,58888	1,10	35,0026
-3,93849	3,93809	-0,40	1,79	-3,93829	0,78	0,2052
-0,98456	0,98551	0,95	1,48	-0,98503	0,53	1,6881
1,58913	-1,58877	0,37	1,94	1,58895	0,91	0,1481

Preglednica 7 - Izračun popravkov višinskih razlik ter sredine dolžin in višinskih razlik

Celoten izračun za ostale nivelmanske linije nivelmanskega poligona 2-21 je zbran v prilogi 2.

### 3.3 Predhodna ocena natančnosti

Z niveliranjem določamo višinske razlike med reperji. Z enkratno postavitvijo nivelirja določimo višinsko razliko med dvema sosednjima točkama na določeni razdalji. Natančnost določitve višinske razlike med točkama je odvisna od natančnosti določitve odčitka na posamezni nivelmanski lati. Natančnost določitve odčitka na posamezni nivelmanski lati pa je odvisna tudi od razdalje med nivelirjem in nivelmansko lato in od razdalje med posameznimi reperji. Tako običajno govorimo o *pogrešku na kilometer nivelmana*.

Najbolj pogost način ocenjevanja natančnosti niveliranja nivelmanske mreže je izračun standardnih odklonov na osnovi:

- odstopanj med niveliranjem nivelmanskih linij v obeh smereh,

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\left[ \rho^2 / d \right]}{4n_L}}$$

- odstopanj pri zapiranju zank,

$$\sigma_z = \pm \sqrt{\frac{[f^2/d]}{n_z}}$$

- popravkov višinskih razlik po izravnavi nivelmanske mreže.

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{[p_{vv}]}{n-u}}$$

Standardni odkloni nam predstavljajo eno izmed ocen natančnosti opazovanj.

Rezultat ocene so natančnosti višinskih razlik na utežno enoto, ki je najpogosteje 1 km pri lokalnih mrežah manjšega obsega pa 100 m.

V našem primeru za nivelmanski poligon 2-21 znaša ocena natančnosti iz odstopanj niveliranja nivelmanske linije v obe smeri 0,443 mm/km (glej prilogo 2). Predpisana natančnost proizvajalca Leica NA 3000 je 0,5 mm/km. Kar pomeni, da je dosežena natančnosti v skladu z natančnostjo, ki jo proizvajalec navaja za precizni nivelir Leica NA3000.

### 3.4 Izračun normalnega ortometričnega popravka (NOP)

Višine v Slovenskem državne koordinatnem sistemu so podane v sistemu t.i. normalnih - ortometričnih višin z navezavo na višinski datum Trst. Normalne - ortometrične višine so začeli uporabljati v preteklosti, ker so bile meritve težnosti zapletene in dolgotrajne. V tem primeru so namesto izmerjene vrednosti težnosti uporabljali izračunane vrednosti težnosti. Normalne - ortometrične višine se ne nanašajo na nobeno standardno referenčno ploskev, nimajo geometrijskega pomena in niso enolične.

Normalne - ortometrične višine so definirane na podlagi predpostavk (računskih modelov) o težnostnem polju in so določene brez izmerjenih vrednosti težnostnega pospeška.

Če imamo na voljo ustrezne podatke o težnosti na posameznih reperjih nivelmanske mreže, so te višine brez posebnega pomena. Višinsko razliko v sistemu normalnih - ortometričnih

višin izračunamo tako, da merjeno višinsko razliko, popravimo za normalni - ortometrični popravek (NOP<sub>ij</sub>), ki ga izračunamo:

$$NOP_{ij} = \sum_{k=i}^j \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma_0} \delta l_k + \frac{\overline{\gamma_i} - \gamma_0}{\gamma_0} H_i^N - \frac{\overline{\gamma_j} - \gamma_0}{\gamma_0} H_j^N$$

kjer je  $\gamma = \frac{1}{2}(\gamma_i + \gamma_j)$  srednja vrednost normalne težnosti v točkah P<sub>i</sub> in P<sub>j</sub>,

$\overline{\gamma_i}$  srednja vrednost normalne težnosti na normali točke P<sub>i</sub> ter  $\gamma_0$  poljubna konstanta.

Za praktičen izračun normalnega ortometričnega popravka uporabljamo v Sloveniji izraz:

$$NOP_{ij} = -0.000025685 \cdot H_s \Delta\varphi$$

kjer je srednja normalna ortometrična višina točk i in j, v metrih,  $\Delta\varphi$  razlika geografskih širin točk i in j, v ločnih sekundah ( $\Delta\varphi'' = \varphi_{P_j}'' - \varphi_{P_i}''$ ) in NOP<sub>ij</sub> normalni ortometrični popravek, v milimetrih (glej prilogo 3).

## 4. Izravnavo nivelmanskega poligona

Po pripravi podatkov in narejeni apriori oceni natančnosti smo nivelmanski poligon izravnali s pomočjo programa VIM8.

### Program Vim 8:

- najprej naredimo vhodno datoteko za Vim8 (\*\*\*.pod), v katero vnesemo:
  - dane reperje z absolutnimi nadmorskimi višinami
  - nove reperje s približnimi nadmorskimi višinami
  - enoto dolžine(km)
  - ter vsa opazovanja
- to datoteko uporabimo v program Vim8 za izravnavo. Rezultat izravnave je datoteka '\*\*\*.rez'.
- datoteka '\*\*\*.rez' vsebuje:
  - nadmorske višine reperjev
  - meritve višinskih razlik in dolžin
  - enačbe popravkov višinskih razlik
  - izračunane popravke višinskih razlik
  - izravnane nadmorske višine reperjev
  - odstopanje in izračunana dovoljena odstopanja
  - ocene natančnosti višinskih razlik

V izravnavo smo vključili tudi 8 visokih reperjev, katerim smo višinsko razliko in dolžino vnesli v datoteki '\*\*\*.txt' v obe smeri za tja in nazaj. Njihova dolžina je zelo kratka, zato imajo tudi večjo utež v izravnavi.



## 4.1 Uteži pri izravnavi nivelmanskega poligona

**UTEŽ** nivelmanske linije pri geometričnem nivelmanu je obratno sorazmerna z dolžinami nivelmanske linije in sicer krajša kot je dolžina večjo utež ima ter obratno. Njena enačba se glasi:

Utež  $\Delta h$  nivelmanske linije:  $P_1 = \frac{1}{d}$  --dvostransko merjena  $\Delta h$ .

Splošna enačba za izračun uteži:  $P_i = \frac{k}{\delta_i^2}$

Utež računamo po splošni enačbi, če poznamo natančnost  $\Delta h$ . Če natančnost  $\Delta h$  ne poznamo, izračunamo utež na osnovi modelne postavitve merskega postopka.

Utež  $\Delta h$  nivelmanskega vlaka:  $\frac{1}{P_y} = \left[ \frac{1}{P} \right]$  recipročna vrednost uteži nivelmanskega vlaka je

enaka vsoti recipročnih vrednosti uteži nivelmanskih linij;  $P_v = \frac{1}{[d_1]}$  vedno merimo dvostransko.

## 4.2 A posteriori ocena natančnosti

Ocena natančnosti višinskih razlik po izravnavi

Enačbe za izračun standardnih odklonov na osnovi popravkov merjenih višinskih razlik po izravnavi so naslednje:

$$\sigma_0^2 = \frac{[pvv]}{r}$$

$\sigma_0$  . . . standardni odklon utežne enote

$r$  . . . število nadštevilnih opazovanj.

$p$  . . . utež

$v$  . . . popravek merjene višinske razlike po izravnavi

S pomočjo programa Vim8 smo izračunali srednji pogrešek utežne enote. Aposteriori ocena natančnosti nivelmanskega poligona znaša  $m_0 = 0.00049 = 0,49 \text{ mm/km}$ . To je ocena natančnosti merjenih višinskih razlik po izravnavi. Na osnovi rezultatov ocene natančnosti lahko ugotovimo, da je nivelmanski poligon 2-21 ustrezne kvalitete, saj je ocena natančnosti po izravnavi primerljiva z oceno natančnosti pred izravnavo ( $\sigma_1 = 0,44 \text{ mm/km}$ ), zelo blizu.

Program Vim8 nam je izračunal tudi odstopanje med merjenimi in danimi višinskimi razlikami, ki znaša:

$$\Delta_{ods} = -12.1 \text{ mm (s = 69,820 km)}.$$

s ... dolžina nivelmanskega poligona

Izračunano je tudi dopustno odstopanje:

Dopustna odstopanja v nivelmanskem poligonu:

- niv. mreža 1. reda  $f = \pm 1.5 \cdot \sqrt{s + 0.04 \cdot s^2} = 24.4 \text{ mm}$
- niv. mreža 2. reda  $f = \pm 2 \cdot \sqrt{s + 0.04 \cdot s^2} = 32.5 \text{ mm}$
- niv. mreža 3. reda  $f = \pm 5 \cdot \sqrt{s + 0.04 \cdot s^2} = 81.4 \text{ mm}$
- niv. mreža 4. reda  $f = \pm 8 \cdot \sqrt{s + 0.06 \cdot s^2} = 152.3 \text{ mm}$
- mestna niv. mreža 1. reda  $f = \pm 2 \cdot \sqrt{s + 0.04 \cdot s^2} = 32.5 \text{ mm}$
- mestna niv. mreža 2. reda  $f = \pm 3 \cdot \sqrt{s + 0.04 \cdot s^2} = 48.8 \text{ mm}$

Iz zgoraj navedenega vidimo, da nivelmanski poligon 2-21, ne presega dopustnega odstopanja, saj dopustno odstopanje za 1. red znaša  $\Delta_{dop} = 24.4 \text{ mm}$  oziroma  $32.5 \text{ mm}$  za 2. red. Iz omenjenih rezultatov lahko sklepamo, da je bil izbran instrumentarij ustrezne kakovosti, ustrezna metoda izmere in da je bila tudi sama izmera dobro opravljena.

Izpisek izravnavne nivelmanskega poligona je v Prilogi 4.

## 5. Vertikalni premiki reperjev

Vertikalni premik reperja je razlika njegovih višin, ki sta bili določeni v dveh različnih izmerah. Da bi lahko z gotovostjo govorili o vertikalnem premiku, mora vrednost premika presegati trikratno standardno odstopanje ocene natančnosti določitve razlike višin. Oceno natančnosti določitve razlike višin izračunamo po enačbi:

$$\sigma_{v1-v2}^2 = \sigma_{v1}^2 + \sigma_{v2}^2$$

$\sigma_{v1-v2}$  . . . ocena natančnosti določitve razlike višin,

$\sigma_{v1}$  . . . . natančnost določitve višine reperja v prvi izmeri,

$\sigma_{v2}$  . . . . natančnost določitve višine reperja v drugi izmeri.

V naslednji tabeli so vpisane višine reperjev iz leta 1989 in njihove natančnosti ter višine reperjev iz merjenj v letu 2007 ter njihove natančnosti. Ker imamo dvakrat merjene nekatere višine lahko določimo, iz razlike iz leta 1989 ter 2007, premike. Reperja CP412 in CP369 sta dana, zato se višina teh reperjev z novo izmero ni spremenila.

točka	H1989 [m]	$\sigma_v$ [mm]	nat.^2	H2007 [m]	$\sigma_v$ [mm]	$\sigma_v^2$	H <sub>2007-1989</sub> [mm]	$\sigma_v - v$ [mm]	Premi k statično značilen
CP412	302,2939			302,2940			-0,10		
MN-24/3	292,0897	2,21	0,0049	292,0871	0,7	0,00049	2,60	0,0054	NE
MN-24/4	294,1574	2,65	0,0070	294,1541	0,8	0,00064	3,30	0,0077	NE
MN-5976	293,6417	2,86	0,0082	293,6431	0,8	0,00064	-1,40	0,0088	NE
MN-5977	291,3639	3,44	0,0118	291,3608	0,9	0,00081	3,10	0,0126	NE
MN-180	290,8329	3,53	0,0125	290,8286	1	0,00100	4,30	0,0135	NE
MN-181	290,0298	3,85	0,0148	290,0211	1	0,00100	8,70	0,0158	NE
MN-30/1	288,8785	3,98	0,0158	288,9176	1,1	0,00121	-39,10	0,0171	NE
MN-5982	288,1111	4,11	0,0169	288,1129	1,1	0,00121	-1,80	0,0181	NE
MN-30/2	280,1613	4,26	0,0181	280,1604	1,1	0,00121	0,90	0,0194	NE
MN-5997	276,9461	4,78	0,0228	276,9455	1,2	0,00144	0,60	0,0243	NE
MN-190	278,3834	4,9	0,0240	278,3824	1,3	0,00169	1,00	0,0257	NE
MN-32/5	275,373	5,02	0,0252	275,3694	1,3	0,00169	3,60	0,0269	NE
MN-5998	276,5824	5,08	0,0258	276,5824	1,3	0,00169	0,00	0,0275	NE

MN-6000	274,5998	5,32	0,0283	274,5991	1,4	0,00196	0,70	0,0303	NE
MN-33/1	274,96	5,52	0,0305	275,0356	1,4	0,00196	-75,60	0,0324	NE
MN-33/2	274,0686	5,77	0,0333	274,0674	1,5	0,00225	1,20	0,0355	NE
MN-50/23	267,8968	6,67	0,0445	267,8978	1,7	0,00289	-1,00	0,0474	NE
MN-50/21	264,9609	7,32	0,0536	264,9647	1,8	0,00324	-3,80	0,0568	NE
5206	260,7136	7,32	0,0536	260,7221	1,8	0,00324	-8,50	0,0568	NE
5206C	258,3181	7,44	0,0554	258,3134	1,9	0,00361	4,70	0,0590	NE
5207B	256,8067	7,52	0,0566	256,8133	1,9	0,00361	-6,60	0,0602	NE
5208A/2	254,0657	7,74	0,0599	254,0630	2	0,00400	2,70	0,0639	NE
5208B/1	251,7889	7,8	0,0608	251,7876	2	0,00400	1,30	0,0648	NE
5209E	246,5595	7,93	0,0629	246,5561	2	0,00400	3,40	0,0669	NE
5210c	241,5696	7,97	0,0635	241,5705	2	0,00400	-0,90	0,0675	NE
5211f	235,1657	7,96	0,0634	235,1681	2	0,00400	-2,40	0,0674	NE
5212d	233,4577	7,93	0,0629	233,4632	2	0,00400	-5,50	0,0669	NE
5213	233,8244	7,78	0,0605	233,8272	2	0,00400	-2,80	0,0645	NE
5213a	231,9782	7,76	0,0602	231,9869	2	0,00400	-8,70	0,0642	NE
5219	210,2855	5,12	0,0262	210,2889	1,4	0,00196	-3,40	0,0282	NE
5219d	203,9582	4,61	0,0213	203,9529	1,2	0,00144	5,30	0,0227	NE
5220	209,4168	4,03	0,0162	209,4132	1,1	0,00121	3,60	0,0175	NE
5220c	204,1924	2,83	0,0080	204,1944	0,8	0,00064	-2,00	0,0086	NE
5220e	202,49	2,08	0,0043	202,4850	0,6	0,00036	5,00	0,0047	NE

Preglednica 8 - Primerjava višin reperjev leta 2007 z letom 1989, natančnost ter njihova razlika (premik reperja)

S primerjavo nadmorskih višin reperjev nivelmanskega poligona med Ljubljano in Zidanim mostom, ki so bile določene z meritvami iz leta 1989 in leta 2007 smo ugotovili, da premiki za večino reperjev niso statično značilni, kar pomeni da premiki reperjev ne presegajo trikratne vrednosti natančnosti določitve višinskih razlik. Statistično značilne premike dobimo za reperja MN-30/1 in MN-33/1, vendar predvidevamo, da je vertikalni premik posledica prezidave reperja pri obnovi stavbe. Poleg tega je potrebno opozoriti, da smo z novo izmero dosegli bistveno večjo natančnost, kot je bila natančnost izmere iz leta 1989 (glej zgornjo preglednico). Natančnost določitve nadmorske višine reperjev leta 1989 je slaba in tako tudi manj primerna za ocenjevanje natančnosti vertikalnih premikov, saj so tudi nekateri večji premiki statistično neznačilni.

## **6. Zaključek**

Z sanacijo nivelmanskega poligona 2-21 smo ugotovili, da na območju med Ljubljano in Zidanim mostom nimamo večjih vertikalnih premikov reperjev. Zaradi ustrezne izbire instrumentarija (nivelir Leica NA3000 z natančnostjo 0,5 mm/km dvojnega nivelmana, kodirana lata) in metodo izmere, so dobljeni rezultati zelo dobri.

V osnovi ne moremo trditi kakšni so vertikalni premiki reperjev na območju Ljubljane pa do Zidanega mosta, saj so pretekle meritve nivelmanskega vlaka 2-21 izvedene z slabšo natančnostjo, kot naše meritve. Z izmero smo pridobili ustrezno višinsko osnovo za projektiranje in izvajanje vseh bodočih projektov vzdolž Save, s tem mislimo na morebitne izgradnje novih hidroelektrarn na srednji Savi.

Naloge predvsem inženirske geodezije pri gradnji objektov ter natančne raziskave na področju premikov tal in objektov bodo, kljub uveljavljanju novih metod višinomerstva, še dolgo zahtevale uporabo preciznega geometričnega nivelmana kot ene najnatančnejših geodetskih merskih metod. Geometrični nivelman se pogosto uporablja pri raznih znanstvenih raziskavah o Zemlji in objektih na njej.

## 7. Viri

Ambrožič, T. šol.l. 2004/2005, predavanja pri predmetu Geodezija II, Ljubljana , Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Lojk, I. februar 2002, Navezava mareografa Koper na fundamentalni reper, , Diplomaska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Megra 2003, VLOGA GEODEZIJE pri načrtovanju, gradnji in vzdrževanju prometnic, Zbornik referentov, Gornja Radgona.

Sluga, C. 1991, Geodezija 3, Zavod RS za šolstvo in šport, Ljubljana, UL FGG

Vodopivec, F. 1997, Geodezija II, Višinomerstvo, UL.FGG, Ljubljana , UL FGG

Vodopivec, F.1988, Precizni nivelman, Ljubljana , UL FGG

[www.geodetski-vestnik.com/47/3/gv47-3\\_251-262.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/47/3/gv47-3_251-262.pdf) , (10. julij 2007)

[www.geo-zs.si/publikacije\\_arhiv/Clanki/Geologija\\_48\\_1/riznar\\_etal\\_48\\_1.pdf](http://www.geo-zs.si/publikacije_arhiv/Clanki/Geologija_48_1/riznar_etal_48_1.pdf)  
(10.avgust 2007)

[www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni\\_izpiti/msgeo/geodetska\\_izmera.pdf](http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni_izpiti/msgeo/geodetska_izmera.pdf)  
(28. maj 2007)

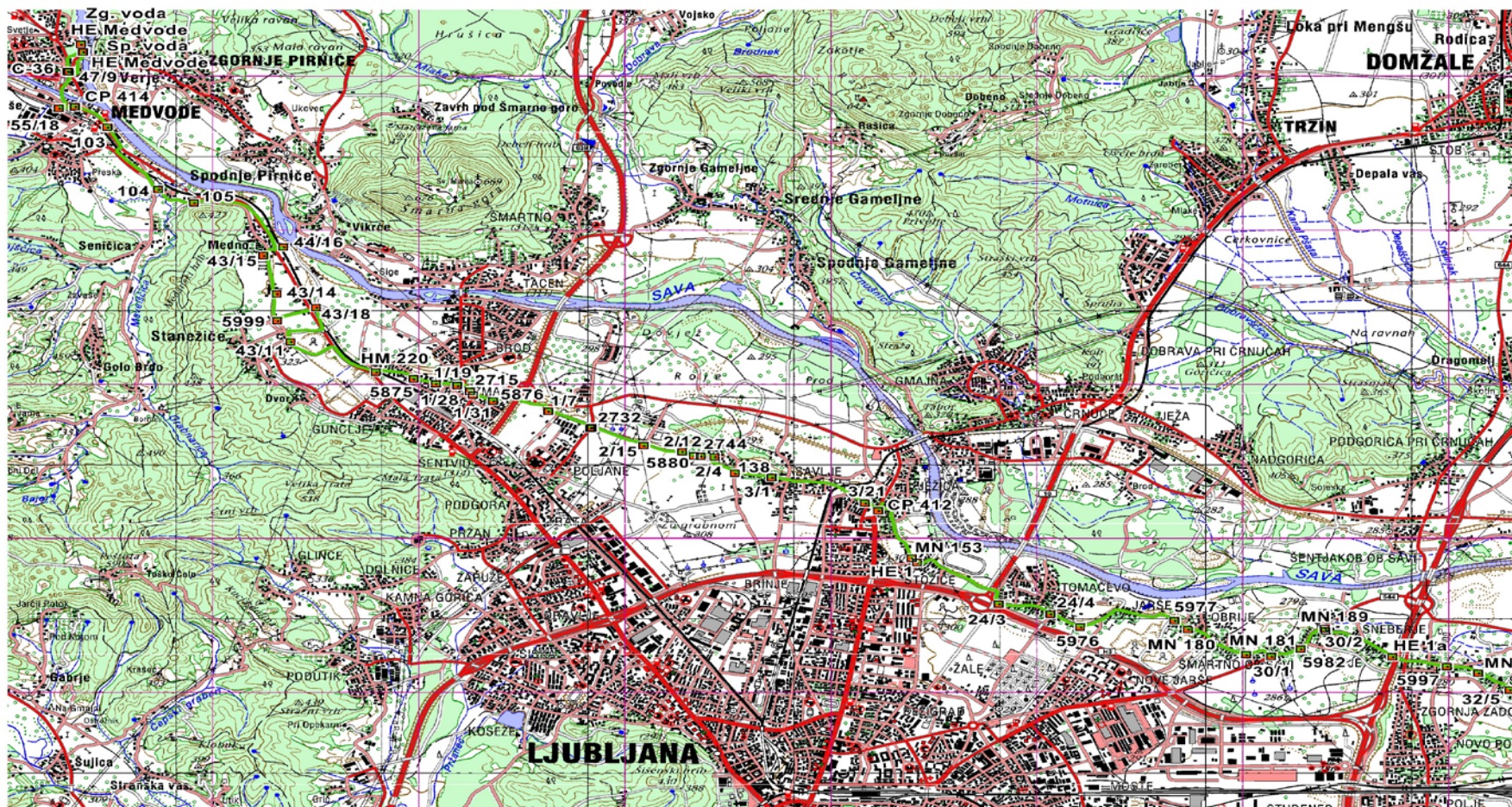
[www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni\\_izpiti/msgeo/Osnovni\\_geodetski\\_sistem.pdf](http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni_izpiti/msgeo/Osnovni_geodetski_sistem.pdf)  
(4.julij 2007)

[www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni\\_izpiti/msgeo/Osnovni\\_geodetski\\_sistem.pdf](http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni_izpiti/msgeo/Osnovni_geodetski_sistem.pdf)  
(12. junij 2007)

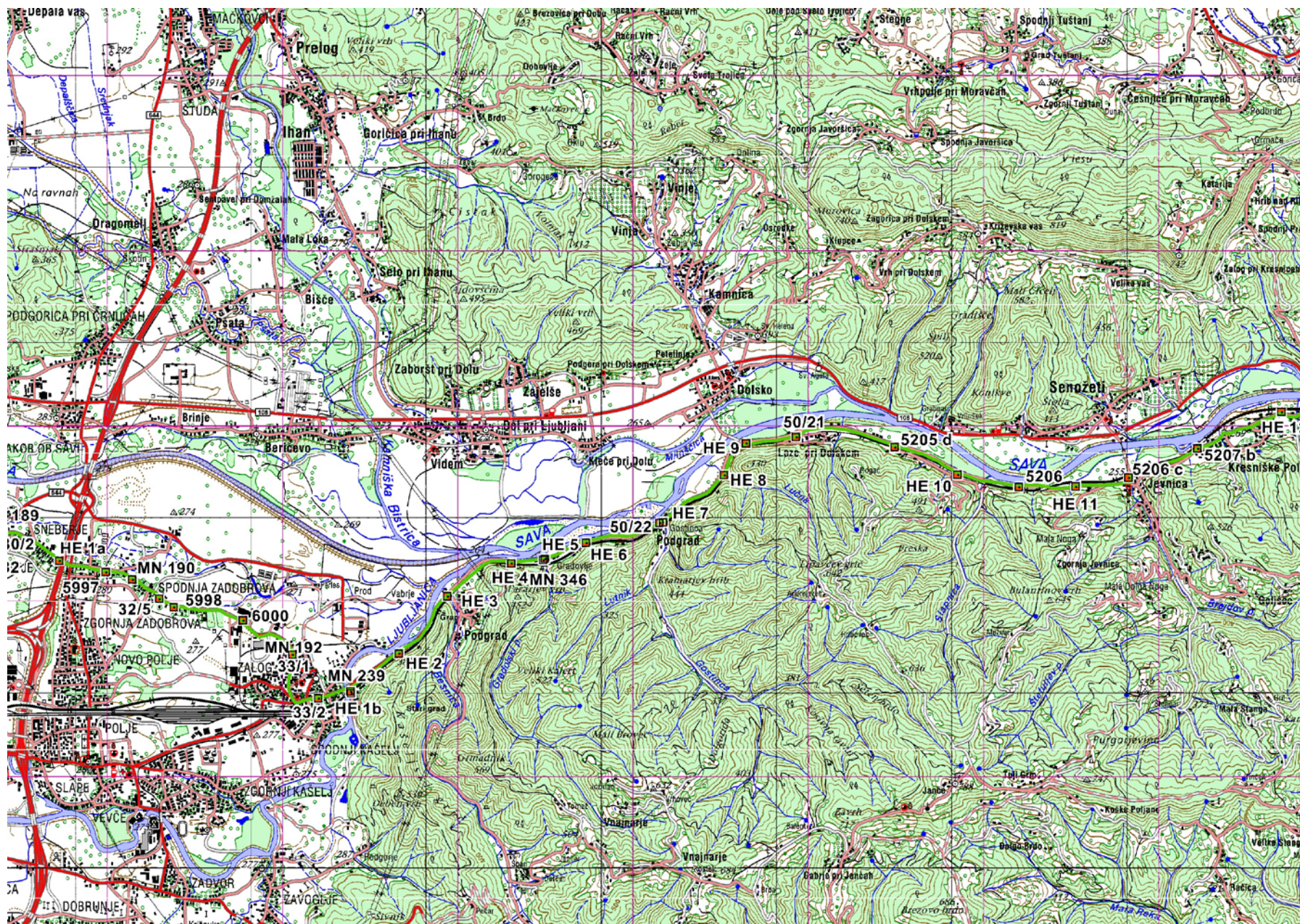


## 8. Priloge

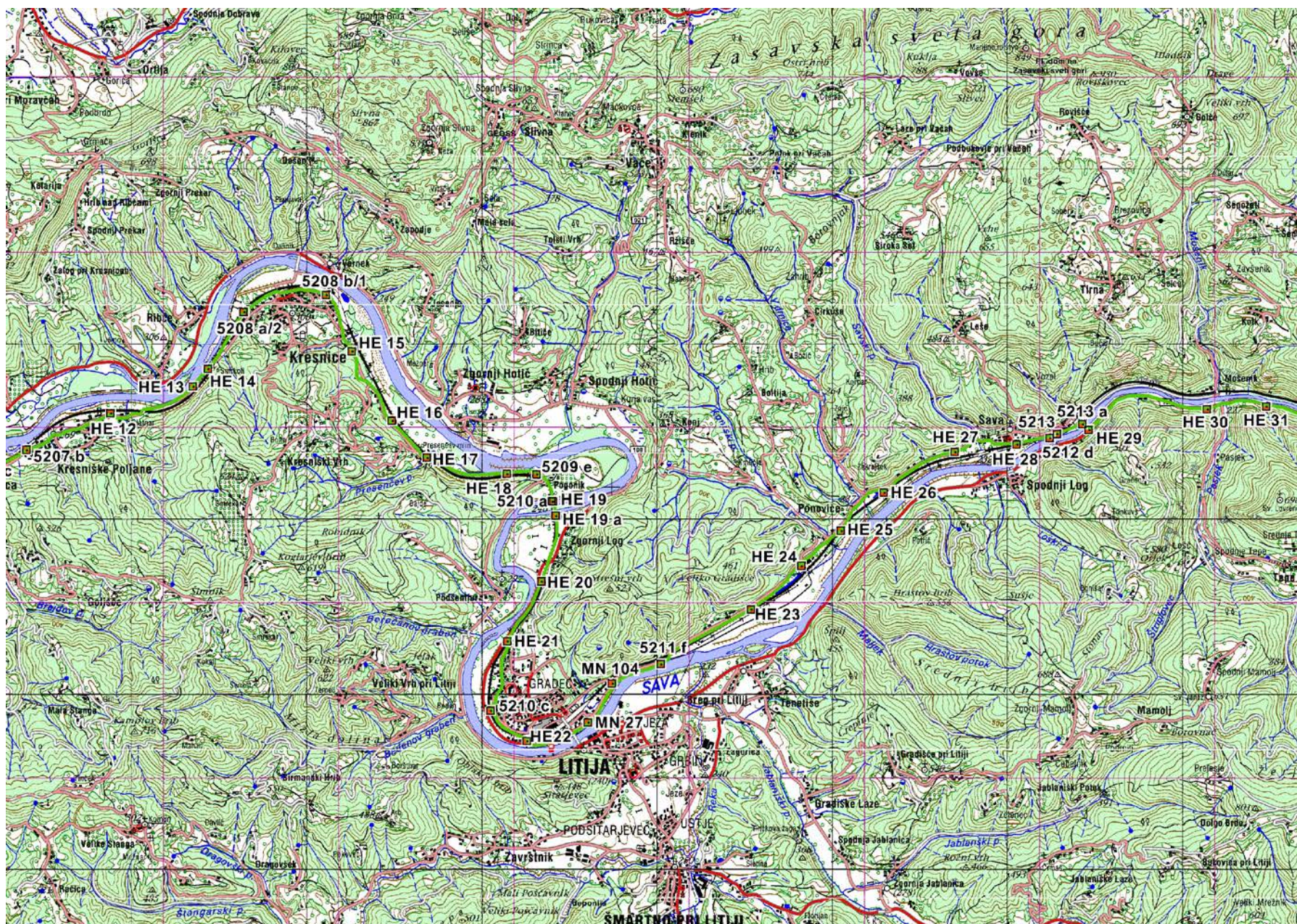
### Priloga 1 – Skica poteka nivelmanskega poligona 2-21 na DTK 5 z vrisanimi reperji



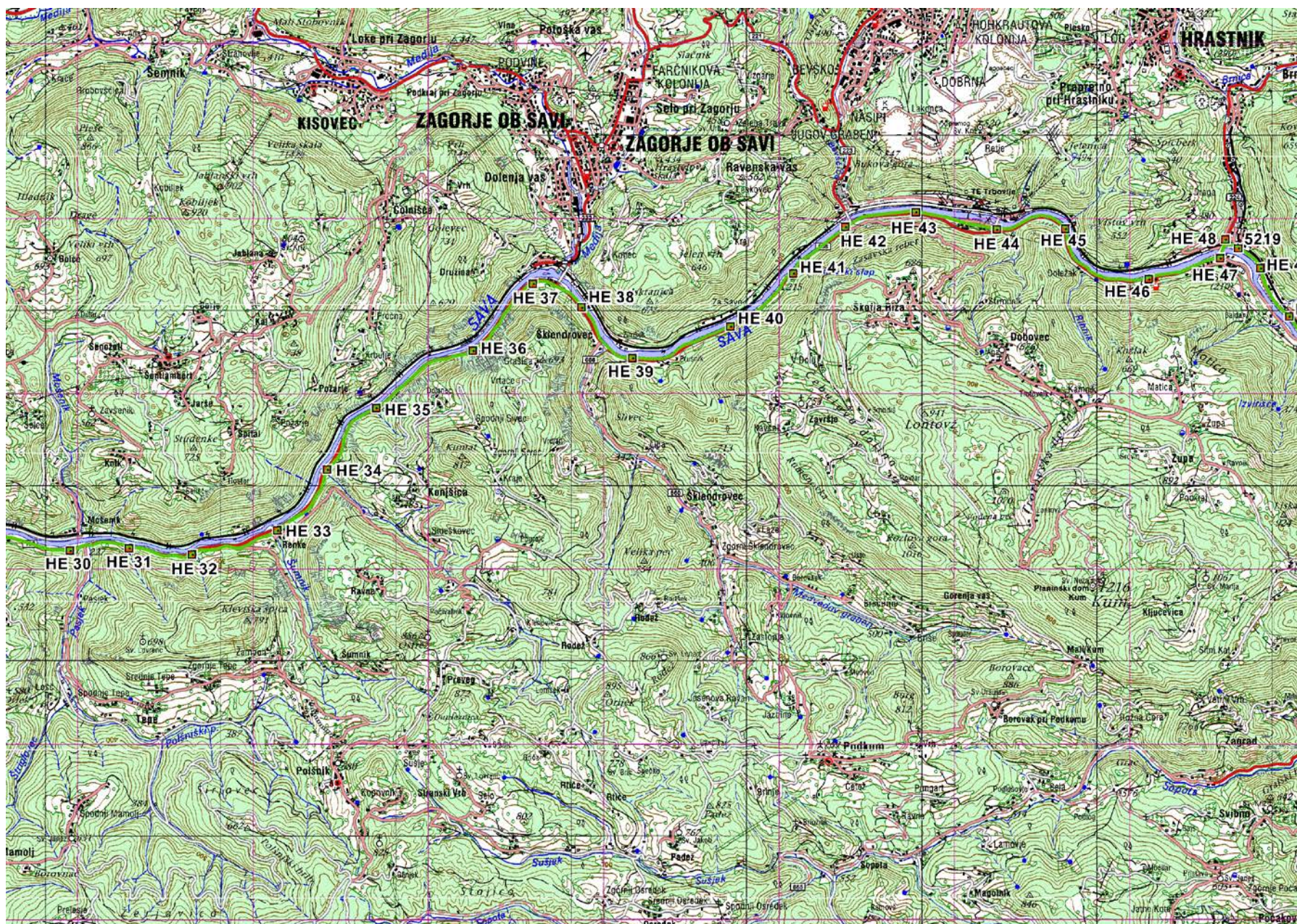




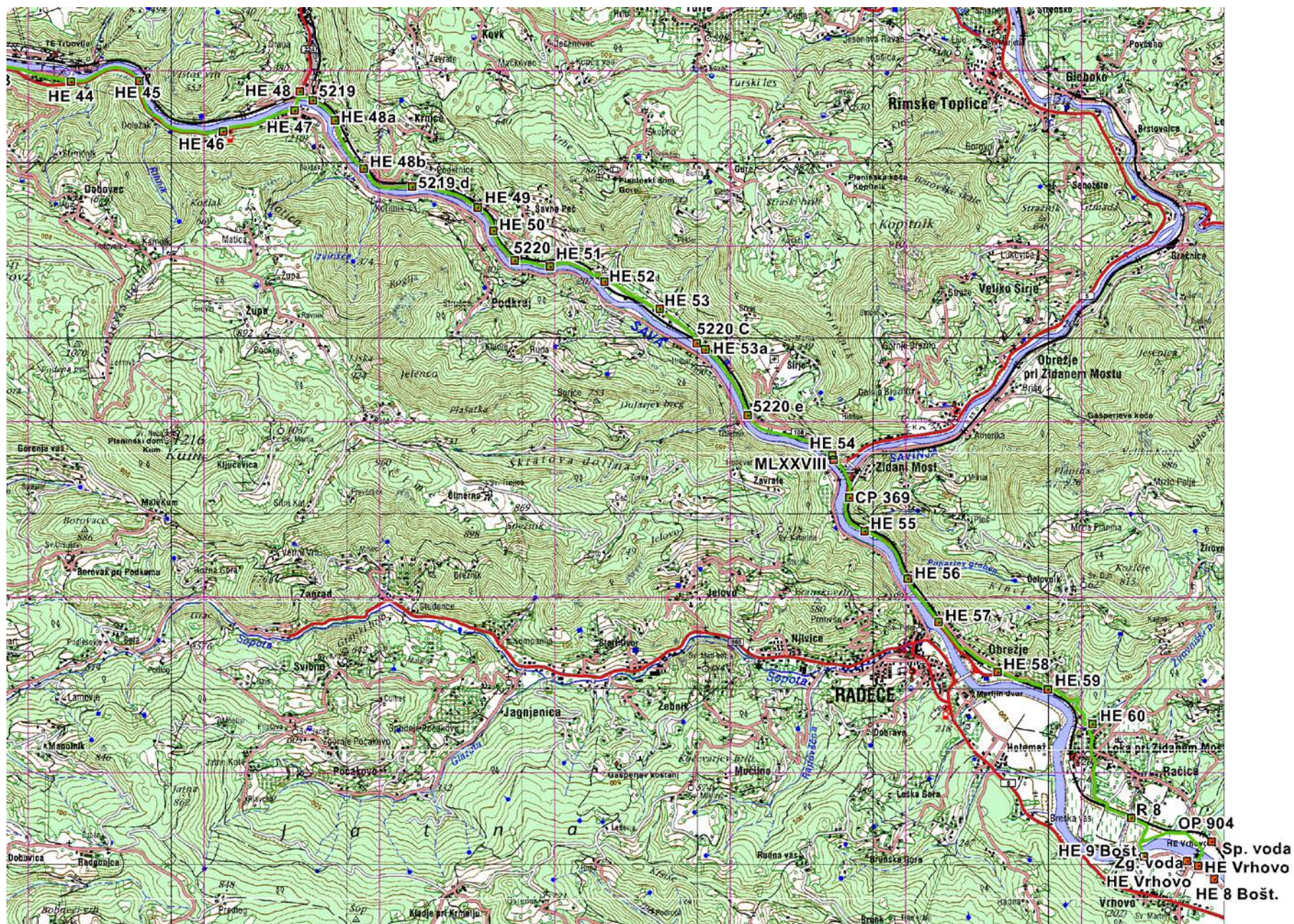














## Priloga 2

### Izračun merjenih vrednosti NVN

Datum izmere: november 2006-maj 2007																											
Črnuče - Zidani most - nivelmanski poligon 2-21																											
OD	DO	Višinska razlika iz niveliranja "naprej"			Višinska razlika iz niveliranja "nazaj"			Temperatura invar traku						Meter nivelmanske late		Popravljene viš.razlike			Dov. odst.	Sred. viš. razlika h'=(h'nap+h'naz)/2	Srednja dolžina	$\left[\frac{\rho^2}{d}\right]$	Odst. je manjši od dovolj				
		Štev. late	h'nap	S	Štev. late	h'naz	S									tja	nazaj							tja	nazaj	Odstop.	
CP412	HE1		-7,8827	891,19		7,88226	896,09										-7,88265	7,88219	-0,46	1,92	-7,88242	0,894	0,2322	DA			
HE1	MN-24/3	90-90	-2,3242	1145,97	90-74	2,32467	1146,38	8,8	11,7	10,3	14,0	15,2	14,6	0,9999867	0,99998927		-2,32417	2,32465	0,48	2,19	-2,32441	1,146	0,2044	DA			
MN-24/3	MN-24/4	90-90	2,0675	564,24	90-90	-2,06675	566,30	11,7	15,1	13,4	15,1	14,0	14,6	0,9999885	0,99998924		2,06748	-2,06673	0,75	1,52	2,06710	0,565	0,9913	DA			
MN-24/4	MN-5976	90-74	-0,5107	334,23	90-74	0,51135	348,58	12,0	12,3	12,2	11,4	12,0	11,7	0,9999805	0,99998051		-0,51066	0,51135	0,69	1,18	-0,51101	0,341	1,3784	DA			
MN-5976	MN-5977	74-90	-2,2816	1033,32	74-74	2,28258	1039,08	12,3	13,7	13,0	10,6	11,4	11,0	0,9999883	0,99998711		-2,28161	2,28255	0,94	2,08	-2,28208	1,036	0,8514	DA			
MN-5977	MN-180		-0,5323	187,97		0,53197	191,28										-0,53230	0,53195	-0,35	0,87	-0,53213	0,190	0,6365	DA			
MN-180	MN-181		-0,8074	711,56		0,80771	705,76										-0,80736	0,80770	0,34	1,71	-0,80753	0,709	0,1626	DA			
MN-181	MN-30/1		-1,1035	295,99		1,10338	298,79										-1,10350	1,10338	-0,12	1,10	-1,10344	0,297	0,0485	DA			
MN-30/1	MN-5982	74-74	-0,8048	307,86	90-74	0,80447	305,59	8,9	9,0	9,0	10,2	10,5	10,4	0,9999859	0,99998672		-0,80480	0,80447	-0,33	1,11	-0,80463	0,307	0,3579	DA			
MN-5982	MN-30/2	74-90	-7,9524	405,50	90-90	7,95256	392,07	9,0	9,2	9,1	9,1	10,2	9,7	0,9999860	0,99998630		-7,95229	7,95245	0,16	1,27	-7,95237	0,399	0,0680	DA			
MN-30/2	HE1a	90-90	4,1389	753,72	90-90	-4,13879	753,33	14,7	14,9	14,8	13,1	14,9	14,0	0,9999894	0,99998891		4,13885	-4,13874	0,10	1,76	4,13880	0,754	0,0138	DA			
HE1a	MN-5997	90-90	-7,3533	551,79	74-90	7,35404	551,86	14,7	15,2	15,0	11,0	13,1	12,1	0,9999895	0,99998774		-7,35325	7,35394	0,69	1,50	-7,35360	0,552	0,8608	DA			
MN-5997	MN-190	74-74	1,4374	391,03		-1,43656	338,52										1,43735	-1,43655	0,80	1,22	1,43695	0,365	1,7408	DA			
MN-190	MN-32/5	74-74	-3,0129	427,75		3,01303	425,17										-3,01287	3,01301	0,13	1,32	-3,01294	0,426	0,0409	DA			
MN-32/5	MN-5998	74-90	1,2130	189,39	90-90	-1,21305	192,52	6,7	7,7	7,2	7,2	7,0	7,1	0,9999848	0,99998477		1,21292	-1,21303	-0,11	0,88	1,21298	0,191	0,0610	DA			
MN-5998	MN-6000	90-90	-1,9823	853,20	90-90	1,98407	855,78	7,7	8,3	8,0	7,0	8,3	7,7	0,9999853	0,99998510		-1,98230	1,98404	1,74	1,88	-1,98317	0,854	3,5414	DA			
MN-6000	MN-33/1	74-74	0,4368	782,98	74-74	-0,43635	783,46	10,1	11,0	10,6	9,6	10,1	9,9	0,9999868	0,99998642		0,43677	-0,43634	0,43	1,80	0,43656	0,783	0,2363	DA			
MN-33/1	MN-33/2	74-74	-0,9683	867,34	74-74	0,96798	845,90	11,0	11,9	11,5	9,3	9,6	9,5	0,9999874	0,99998618		-0,96833	0,96797	-0,36	1,88	-0,96815	0,857	0,1523	DA			
MN-33/2	HE1b	74-74	-5,3223	536,92	74-74	5,32144	472,97	11,9	11,6	11,8	10,2	9,3	9,8	0,9999876	0,99998636		-5,32218	5,32137	-0,82	1,44	-5,32178	0,505	1,3199	DA			
HE1b	HE2	74-74	0,5359	751,14	90-74	-0,53467	759,21	11,6	10,8	11,2	9,8	10,8	10,3	0,9999872	0,99998669		0,53586	-0,53465	1,21	1,76	0,53526	0,755	1,9332	DA			

HE2	HE3	74-74	-2,3250	906,98	90-90	2,32437	891,13	11,6	11,9		11,9	12,2	9,9		10,6	0,9999876	0,99998689	-2,32501	2,32434	-0,67	1,93	-2,32468	0,899	0,5019	DA
HE3	HE4	74-74	3,7026	889,57	74-90	-3,70349	883,50	12,2	12,4		12,2	13,5	13,4		14,7	0,9999878	0,99998931	3,70253	-3,70346	-0,92	1,92	3,70300	0,887	0,9618	DA
HE4	HE5	74-74	-4,7180	407,44	74-74	4,71878	403,83	12,1	12,5		12,3	13,5	13,5		13,5	0,9999879	0,99998861	-4,71790	4,71873	0,82	1,28	-4,71831	0,406	1,6714	DA
HE5	HE6	74-90	1,0754	526,62	90-74	-1,07516	526,72	13,4	14,2		13,8	14,2	13,5		13,9	0,9999888	0,99998882	1,07534	-1,07514	0,20	1,47	1,07524	0,527	0,0759	DA
HE6	MN-50/23	74-74	0,8831	463,97	90-74	-0,88237	471,33	6,2	6,1		6,2	6,4	6,2		6,3	0,9999842	0,99998429	0,88311	-0,88235	0,76	1,38	0,88273	0,468	1,2283	DA
MN-50/23	HE7	74-90	-1,5705	476,67	74-90	1,57072	476,37	6,1	6,4		6,3	6,6	6,4		6,5	0,9999843	0,99998441	-1,57052	1,57069	0,16	1,39	-1,57061	0,477	0,0566	DA
HE7	HE8	74-90	-2,2392	900,03	74-74	2,23912	899,35	6,4	6,4		6,7	6,7	6,6		6,6	0,9999845	0,99998449	-2,23912	2,23909	-0,04	1,93	-2,23910	0,900	0,0016	DA
HE8	HE9	90-90	0,2812	475,89	90-90	-0,28089	468,63	7,3	8,2		7,8	8,2	8,9		8,6	0,9999852	0,99998564	0,28121	-0,28089	0,32	1,39	0,28105	0,472	0,2166	DA
HE9	MN-50/21	90-90	0,5966	576,13	90-90	-0,59564	573,35	10,0	10,1		10,1	8,9	10,0		9,5	0,9999865	0,99998618	0,59660	-0,59563	0,97	1,53	0,59612	0,575	1,6378	DA
MN-50/21	5205 d	74-74	-2,5523	1266,11	74-74	2,55201	1264,85	1,6	1,3		1,5	1,1	1,4		1,3	0,9999814	0,99998126	-2,55227	2,55196	-0,31	2,31	-2,55212	1,265	0,0761	DA
5205 d	HE10	74-74	-2,6870	725,41	74-74	2,68643	714,72	1,3	1,0		1,2	1,0	1,1		1,1	0,9999812	0,99998114	-2,68693	2,68638	-0,55	1,72	-2,68665	0,720	0,4203	DA
HE10	5206	74-74	0,9962	899,15	74-74	-0,99720	892,34	0,5	0,5		0,5	0,5	0,4		0,5	0,9999808	0,99998078	0,99614	-0,99718	-1,04	1,93	0,99666	0,896	1,2074	DA
5206	HE11	90-90	0,8673	686,40	90-90	-0,86712	681,86	9,8	9,6		9,7	9,6	9,8		9,7	0,9999863	0,99998633	0,86730	-0,86711	0,19	1,68	0,86720	0,684	0,0528	DA
HE11	5206C	90-90	-3,2764	723,04	90-90	3,27513	725,00	9,8	9,6		9,7	9,2	9,6		9,4	0,9999863	0,99998615	-3,27636	3,27508	-1,27	1,73	-3,27572	0,724	2,2297	DA
5206C	5207B	90-74	-1,4998	890,41	74-74	1,49992	898,14	9,8	10,0		9,9	10,1	10,3		10,2	0,9999864	0,99998663	-1,49974	1,49990	0,16	1,92	-1,49982	0,894	0,0280	DA
5207B	HE12	74-90	0,5850	1102,44	90-74	-0,58496	1093,89	10,0	10,1		10,1	10,2	10,1		10,2	0,9999865	0,99998660	0,58500	-0,58494	0,06	2,14	0,58497	1,098	0,0033	DA
HE12	HE13	74-74	-3,9386	781,34	74-74	3,93816	777,76	0,5	0,0		0,3	0,0	0,5		0,3	0,9999807	0,99998066	-3,93848	3,93808	-0,40	1,79	-3,93828	0,780	0,2052	DA
HE13	HE14	74-90	-1,0492	519,89	90-74	1,05009	549,57	0,5	0,6		0,6	1,1	0,5		0,8	0,9999808	0,99998099	-1,04920	1,05008	0,88	1,48	-1,04964	0,535	1,4487	DA
HE14	5208A/2	90-90	1,6537	926,87	90-90	-1,65344	898,19	0,6	1,6		1,1	4,5	4,8		4,7	0,9999812	0,99998330	1,65371	-1,65341	0,30	1,95	1,65356	0,913	0,0963	DA
5208B/1	HE15	90-90	0,59077	716,12	90-74	-0,59116	715,23	2,7	2,6		2,7	5,2	2,6		3,9	0,9999821	0,99998285	0,59076	-0,59114	-0,38	1,72	0,59095	0,716	0,2044	DA
HE15	HE16	90-90	-6,6393	961,09	90-90	6,63880	957,83	-0,5	0,5		0,0	-0,9	-0,5		-0,7	0,9999805	0,99998009	-6,63913	6,63867	-0,46	2,00	-6,63890	0,959	0,2232	DA
HE16	HE17	90-90	3,5029	677,52	90-90	-3,50361	681,32	0,5	1,5		1,0	1,5	1,4		1,5	0,9999811	0,99998138	3,50286	-3,50354	-0,68	1,67	3,50320	0,679	0,6824	DA
HE17	HE18	74-74	-3,5421	662,13	74-74	3,54250	660,98	10,8	11,0		10,9	10,1	10,8		10,5	0,9999870	0,99998678	-3,54203	3,54245	0,42	1,65	-3,54224	0,662	0,2654	DA
HE18	5209E	74-74	0,8559	653,05	74-74	-0,85579	652,75	11,0	10,8		10,9	10,8	10,5		10,7	0,9999870	0,99998690	0,85584	-0,85578	0,06	1,64	0,85581	0,653	0,0055	DA
5209E	HE19	74-74	-0,8088	370,00	90-74	0,80882	370,14	19,2	21,6		20,4	16,9	19,2		18,1	0,9999927	0,99999134	-0,80883	0,80882	-0,01	1,23	-0,80883	0,370	0,0005	DA
HE19	HE19a	74-90	0,0220	169,51	74-90	-0,02212	169,60	23,8	20,9		22,4	17,1	16,9		17,0	0,9999939	0,99999071	0,02200	-0,02213	-0,13	0,83	0,02206	0,170	0,0935	DA
HE19a	HE20	74-74	-3,3445	819,88	74-74	3,34326	818,77	14,0	16,0		15,0	16,0	15,8		15,9	0,9999895	0,99999005	-3,34443	3,34323	-1,21	1,84	-3,34383	0,819	1,7816	DA
HE20	HE21	74-90	-2,0301	800,01	90-74	2,03030	799,82	12,7	11,4		12,1	10,2	11,4		10,8	0,9999877	0,99998699	-2,03005	2,03028	0,23	1,82	-2,03017	0,800	0,0653	DA
HE21	5210c	90-90	1,1754	889,69	90-90	-1,17494	890,16	12,7	14,2		13,5	8,9	10,2		9,6	0,9999886	0,99998624	1,17538	-1,17492	0,45	1,92	1,17515	0,890	0,2303	DA
5210c	HE22	90-74	-3,1581	583,19	74-90	3,15900	574,08	14,2	18,6		16,4	18,8	19,2		19,0	0,9999903	0,99999191	-3,15808	3,15897	0,88	1,54	-3,15852	0,579	1,3533	DA
HE22	MN27	74-74	-2,5860	801,58	74-74	2,58690	804,41	18,6	22,7		20,7	22,7	19,2		21,0	0,9999929	0,99999308	-2,58594	2,58688	0,94	1,82	-2,58641	0,803	1,1015	DA

MN27	MN104	74-74	-1,5127	556,53	90-74	1,51260	566,35	9,1	8,5		8,8	8,5	7,7		8,1	0,9999858	0,99998537	-1,51267	1,51259	-0,08	1,52	-1,51263	0,561	0,0122	DA
MN104	5211f	74-90	0,8560	633,29	90-90	-0,85529	626,74	8,3	8,3		8,3	7,0	7,7		7,4	0,9999855	0,99998492	0,85598	-0,85528	0,70	1,61	0,85563	0,630	0,7833	DA
5211f	HE23	74-74	-3,6544	1246,16	90-74	3,65405	1242,46	12,3	11,0		11,7	8,5	12,3		10,4	0,9999875	0,99998675	-3,65434	3,65401	-0,33	2,29	-3,65418	1,244	0,0900	DA
HE23	HE24	74-74	4,3740	762,58	90-90	-4,37355	765,07	11,0	13,7		12,4	6,9	8,5		7,7	0,9999879	0,99998513	4,37393	-4,37348	0,44	1,77	4,37371	0,764	0,2560	DA
HE24	HE25	74-74	-2,9049	703,50	90-90	2,90519	704,28	13,7	18,0		15,9	14,3	11,3		12,8	0,9999900	0,99998819	-2,90489	2,90516	0,26	1,70	-2,90502	0,704	0,0995	DA
HE25	HE26	74-90	-2,3530	644,51	90-90	2,35328	646,53	18,0	16,2		17,1	16,2	14,3		15,3	0,9999908	0,99998966	-2,35296	2,35326	0,30	1,63	-2,35311	0,646	0,1389	DA
HE26	HE27	90-90	2,14380	959,76	90-90	-2,14417	960,95	15,7	20,1		17,9	15,9	15,7		15,8	0,9999912	0,99998999	2,14378	-2,14415	-0,37	2,00	2,14396	0,960	0,1405	DA
HE27	HE28	90-74	0,26829	796,97	74-90	-0,26800	799,37	21,0	20,1		20,6	7,0	15,9		11,5	0,9999928	0,99998738	0,26830	-0,26800	0,29	1,82	0,26815	0,798	0,1064	DA
HE28	5212d	74-74	0,42273	424,27	74-90	-0,42347	439,78	21,0	23,5		22,3	25,0	25,4		25,2	0,9999939	0,99999563	0,42273	-0,42348	-0,75	1,33	0,42310	0,432	1,2977	DA
5212d	5213	74-90	0,36401	58,00	90-74	-0,36393	57,99	25,0			25,0	25,0			25,0	0,9999955	0,99999551	0,36400	-0,36392	0,08	0,48	0,36396	0,058	0,1104	DA
5213	5213a	90-74	-1,8403	338,96	74-90	1,84006	318,04	23,5	23,2		23,4	22,7	25,4		24,1	0,9999945	0,99999494	-1,84026	1,84004	-0,22	1,15	-1,84015	0,329	0,1463	DA
5213a	HE29	90-90	0,1344	113,53	90-90	-0,13475	113,51	22,7	23,2		23,0	23,2	22,7		23,0	0,9999943	0,99999428	0,13438	-0,13475	-0,37	0,68	0,13456	0,114	1,2059	DA
HE29	HE30	74-90	0,9472	1510,04	90-74	-0,94516	1509,51	5,3	9,8		7,6	3,1	5,3		4,2	0,9999850	0,99998303	0,94721	-0,94514	2,07	2,53	0,94617	1,510	2,8432	DA
HE30	HE31	90-74	0,1413	712,44	74-90	-0,14136	711,32	9,0	9,8		9,4	10,2	11,2		10,7	0,9999861	0,99998693	0,14131	-0,14137	-0,06	1,71	0,14134	0,712	0,0051	DA
HE31	HE32	74-74	2,9215	763,80	74-74	-2,91997	758,34	9,8	9,5		9,7	9,5	10,8		10,2	0,9999863	0,99998660	2,92143	-2,91993	1,50	1,77	2,92068	0,761	2,9528	DA
HE32	HE33	74-90	-9,6857	1043,16	90-74	9,68610	1044,25	15,1	15,4		15,3	15,8	15,1		15,5	0,9999897	0,99998978	-9,68559	9,68601	0,42	2,09	-9,68580	1,044	0,1699	DA
HE33	HE34	90-90	3,7053	908,62	90-74	-3,70480	908,97	15,4	13,2		14,3	13,2	13,0		13,1	0,9999891	0,99998837	3,70522	-3,70475	0,47	1,94	3,70498	0,909	0,2438	DA
HE34	HE35	74-90	-3,0331	968,04	90-74	3,03321	967,30	12,6	13,1		12,9	6,9	13,1		10,0	0,9999882	0,99998651	-3,03311	3,03318	0,06	2,01	-3,03314	0,968	0,0043	DA
HE35	HE36	90-74	11,7769	1318,93	90-90	-11,7747	1318,82	13,2	12,6		12,9	3,7	6,9		5,3	0,9999882	0,99998369	11,7767	-11,7745	2,25	2,36	11,7756	1,319	3,8442	DA
HE36	HE37	74-74	-15,030	1049,26	74-90	15,0300	1060,71	4,6	3,7		4,2	13,2	16,3		14,8	0,9999830	0,99998936	-15,0301	15,0298	-0,22	2,10	-15,0300	1,055	0,0469	DA
HE37	HE38	74-74	-3,0406	667,07	74-74	3,04048	667,87	17,8	18,2		18,0	18,2	18,8		18,5	0,9999913	0,99999161	-3,04061	3,04045	-0,16	1,66	-3,04053	0,667	0,0379	DA
HE38	HE39	74-90	0,7141	888,49	90-74	-0,71395	901,78	18,9	18,8		18,9	18,8	18,8		18,8	0,9999918	0,99999179	0,71405	-0,71394	0,11	1,93	0,71399	0,895	0,0135	DA
HE39	HE40	90-74	-5,1908	1207,90	74-90	5,19128	1208,04	10,9	9,8		12,5	14,1	10,9		12,5	0,9999880	0,99998801	-5,19072	5,19121	0,49	2,25	-5,19096	1,208	0,1988	DA
HE40	HE41	74-74	-1,1338	941,70	74-74	1,13440	941,65	9,8	10,2		10,0	15,1	16,8		16,0	0,9999865	0,99999008	-1,13378	1,13439	0,60	1,98	-1,13409	0,942	0,3875	DA
HE41	HE42	74-74	3,8018	875,53	74-74	-3,80043	877,15	10,2	14,1		12,2	14,1	15,1		14,6	0,9999878	0,99998927	3,80179	-3,80039	1,40	1,90	3,80109	0,876	2,2506	DA
HE42	HE43	90-74	-6,1819	472,85	74-90	6,18190	471,14	16,1	16,4		16,3	16,7	16,1		16,4	0,9999903	0,99999035	-6,18180	6,18183	0,03	1,39	-6,18182	0,472	0,0020	DA
HE43	HE44	74-90	-0,2225	1257,53	74-74	0,22241	1254,34	16,4	22,5		19,5	15,3	16,7		16,0	0,9999922	0,99999011	-0,22255	0,22241	-0,14	2,30	-0,22248	1,256	0,0153	DA
HE44	HE45	90-74	-1,2473	878,02	90-74	1,24759	877,35	11,0	11,3		11,2	12,0	14,3		13,2	0,9999872	0,99998840	-1,24725	1,24758	0,34	1,91	-1,24741	0,878	0,1298	DA
HE45	HE46	74-90	-3,0592	1227,36	90-90	3,05908	1228,10	11,3	12,0		11,7	12,0	12,0		12,0	0,9999875	0,99998771	-3,05916	3,05904	-0,12	2,27	-3,05910	1,228	0,0112	DA
HE46	HE47	74-74	5,30187	918,97	74-74	-5,30131	913,42	9,5	13,4		11,5	13,2	9,5		11,4	0,9999874	0,99998732	5,30180	-5,30124	0,56	1,95	5,30152	0,916	0,3427	DA
HE47	HE48	74-74	3,26352	219,26	74-74	-3,26283	220,25	29,9	27,9		28,9	27,5	27,0		27,3	0,9999978	0,99999686	3,26351	-3,26282	0,69	0,94	3,26317	0,220	2,1868	DA
HE48	5219		-6,5721	230,53		6,57193	230,69											-6,57207	6,57185	-0,22	0,96	-6,57196	0,231	0,2169	DA

5219	HE48a		-5,7869	727,88		5,78765	512,84										-5,78683	5,78764	0,81	1,59	-5,78723	0,620	1,0514	DA
HE48a	HE48b	90-90	-0,3415	661,22	90-74	0,34249	665,86	17,6	19,5	18,6	22,1	21,8	22,0	0,9999916	0,99999368		-0,34153	0,34250	0,97	1,65	-0,34201	0,664	1,4142	DA
HE48b	5219d		-0,2065	677,86		0,20660	684,53										-0,20650	0,20660	0,10	1,67	-0,20655	0,681	0,0142	DA
5219d	HE49		2,95144	817,33		-2,95218	819,44										2,95142	-2,95217	-0,75	1,84	2,95180	0,818	0,6899	DA
HE49	HE50	74-74	-2,1990	336,31	90-74	2,19981	335,56	26,6	26,6	26,6	22,6	26,6	24,6	0,9999965	0,99999527		-2,19894	2,19981	0,87	1,17	-2,19937	0,336	2,2291	DA
HE50a	5220	74-90	4,70732	461,94	74-90	-4,70867	462,45	26,6	27,2	26,9	23,6	22,6	23,1	0,9999966	0,99999437		4,70730	-4,70865	-1,36	1,37	4,70797	0,462	3,9739	DA
5220	HE51	90-90	-8,0599	437,09	74-74	8,06102	436,69	27,2	27,7	27,5	23,3	23,6	23,5	0,9999970	0,99999458		-8,05991	8,06098	1,07	1,33	-8,06044	0,437	2,6238	DA
HE51	HE52	90-90	4,57684	694,07	74-74	-4,57696	698,97	27,7	29,3	28,5	15,2	23,3	19,3	0,9999976	0,99999206		4,57683	-4,57692	-0,09	1,69	4,57688	0,697	0,0128	DA
HE52	HE53	90-90	19,4493	735,77	90-74	-19,4484	735,93	31,6	28,4	30,0	27,4	27,8	27,6	0,9999985	0,99999707		19,4493	-19,4483	0,96	1,74	19,4488	0,736	1,2420	DA
HE53	5220c	90-74	-21,184	670,27	74-90	21,1839	654,72	18,0	19,4	18,7	15,5	18,0	16,8	0,9999917	0,99999056		-21,1838	21,1837	-0,12	1,65	-21,1837	0,662	0,0235	DA
5220c	HE53a	74-90	-3,4294	126,34	90-74	3,42951	125,75	19,4	20,3	19,9	13,8	15,5	14,7	0,9999924	0,99998930		-3,42937	3,42948	0,11	0,71	-3,42943	0,126	0,0948	DA
HE53a	5220e	90-90	1,71917	898,81	74-90	-1,72099	901,88	20,3	20,1	20,2	13,9	13,8	13,9	0,9999926	0,99998882		1,71916	-1,72098	-1,82	1,93	1,72007	0,900	3,6848	DA
5220e	HE54	90-74	0,66178	1123,88	90-90	-0,66110	1122,94	20,1	20,3	20,2	21,4	22,2	21,8	0,9999926	0,99999359		0,66178	-0,66110	0,69	2,17	0,66144	1,123	0,4206	DA
																					Ocena nat.linije	0.443mm/km		

### Priloga 3

Višinske razlike reperjev popravljene za ortometrični popravek

točka	y	x	FI(°,'")			Δφ	višina	merjen Δh	Hs	Δφ	NOP	Pop. Δh.
CP412	462813	105430	46	5	32		302,2904					
MN-153	463145	104800	46	5	12	-20	294,6928	-7,88242	298,34915	-20	0,15	-7,88226
HE1	463195	104745	46	5	10	-2	294,4079	0,29182	293,7952	-2	0,01	0,29183
MN-154	463990	104205	46	4	53	-17	292,8976	-2,32441	293,24242	-17	0,13	-2,32428
MN-24/3	463990	104205	46	4	53	0	292,0769	0,82076	292,881	0	0,00	0,82076
MN-155	464495	104070	46	4	49	-4	292,8644	0,72062	293,11035	-4	0,03	0,72065
MN-24/4	464495	104070	46	4	49	0	294,1438	2,06710	293,24865	0	0,00	2,06710
MN-5976	464780	103900	46	4	43	-5	293,6329	-0,51101	292,74745	-5	0,04	-0,51097
MN-5977	465700	103990	46	4	46	3	291,3511	-2,28208	292,22595	3	-0,02	-2,28210
MN-180	465700	103990	46	4	46	0	290,819	-0,53213	290,68135	0	0,00	-0,53213
MN-181	466390	103545	46	4	32	-14	290,0116	-0,80753	289,86365	-14	0,11	-0,80742
MN-30/1	466635	103525	46	4	31	-1	288,9083	-1,10344	289,05765	-1	0,00	-1,10343
MN-5982	466920	103620	46	4	34	3	288,1037	-0,80463	284,974	3	-0,02	-0,80466
MN-189	467160	103885	46	4	43	9	281,0397	-7,95237	284,12795	9	-0,06	-7,95243
MN-30/2	467165	103860	46	4	42	-1	280,1522	-0,88765	282,66515	-1	0,01	-0,88764
HE1a	467810	103520	46	4	31	-11	284,2906	4,13880	278,545	-11	0,08	4,13887
MN-5997	468345	103390	46	4	27	-4	276,9378	-7,35360	281,3326	-4	0,03	-7,35357
MN-190	468650	103305	46	4	25	-3	278,3746	1,43695	276,1499	-3	0,02	1,43697
MN-32/5	468950	103085	46	4	17	-7	275,362	-3,01294	277,4747	-7	0,05	-3,01289
MN-5998	469120	102990	46	4	14	-3	276,5748	1,21298	274,97695	-3	0,02	1,21300
MN-6000	469910	102840	46	4	10	-5	274,5919	-1,98317	276,2038	-5	0,03	-1,98314
MN-192	470470	102450	46	3	57	-13	275,8328	0,43656	274,81015	-13	0,09	0,43665
MN-33/1	470470	102450	46	3	57	0	275,0284	-0,80450	274,9466	0	0,00	-0,80450
MN-33/2	470770	101950	46	3	41	-16	274,0604	-0,96815	272,3037	-16	0,11	-0,96803
MN-239	471100	102000	46	3	43	2	269,579	-5,32178	271,3998	2	-0,01	-5,32179
HE1b	471145	102005	46	3	43	0	268,7392	-0,83986	269,42695	0	0,00	-0,83986
HE2	471690	102460	46	3	58	15	269,2749	0,53526	267,8446	15	-0,10	0,53516
HE3	472245	103120	46	4	19	21	266,95	-2,32468	269,9638	21	-0,15	-2,32482
HE4	472970	103490	46	4	31	-12	270,6527	3,70300	267,3441	-12	0,08	3,70308
MN-346	473340	103530	46	4	33	1	267,7382	-4,71831	268,29375	1	-0,01	-4,71832
HE5	473355	103550	46	4	33	1	265,9348	-1,80358	267,3741	1	0,00	-1,80358
HE6	473830	103725	46	4	39	6	267,01	1,07524	266,9137	6	-0,04	1,07520
MN-50/23	474665	103995	46	4	48	9	267,8926	0,88273	266,7483	9	-0,06	0,88267
HE7	474705	103965	46	4	47	-1	266,4866	-1,57061	265,988	-1	0,01	-1,57060
HE8	474705	103965	46	4	47	0	264,0834	-2,23910	265,4255	0	0,00	-2,23910
HE9	475645	104860	46	5	16	29	264,3644	0,28105	264,52356	29	-0,20	0,28085
MN-50/21	476225	104820	46	5	18	3	264,9637	0,59612	263,38655	3	-0,02	0,59610
5205 d	477345	104820	46	5	15	-4	262,4087	-2,55212	262,34301	-4	0,02	-2,55209
HE10	478065	104500	46	5	5	-10	259,7223	-2,68665	261,5638	-10	0,07	-2,68659
5206	478800	104470	46	5	4	-1	260,7189	0,99666	260,65415	-1	0,01	0,99667
HE11	479410	104370	46	5	1	-3	261,586	0,86720	259,5148	-3	0,02	0,86722
5206C	480015	104470	46	5	4	3	258,3107	-3,27572	259,19963	3	-0,02	-3,27574
5207B	480800	104800	46	5	15	11	256,8133	-1,49982	257,85335	11	-0,07	-1,49989
HE12	481760	105220	46	5	28	14	257,396	0,58497	255,13568	14	-0,09	0,58488
HE13	482700	105525	46	5	38	10	253,4581	-3,93828	254,9023	10	-0,07	-3,93835



HE14	482870	105720	46	5	45	6	252,4086	-1,04964	253,76005	6	-0,04	-1,04968
5208A/2	483280	106380	46	6	6	21	254,062	1,65356	252,09862	21	-0,14	1,65342
5208B/1	484220	106570	46	6	12	6	251,7886	-2,27523	253,22	6	-0,04	-2,27527
HE15	484515	105930	46	5	52	-19	252,378	0,59095	248,76422	-19	0,12	0,59107
HE16	484970	105145	46	5	26	-25	245,7398	-6,63890	250,81035	-25	0,16	-6,63874
HE17	485370	104720	46	5	12	-14	249,2427	3,50320	245,7203	-14	0,09	3,50329
HE18	486285	104530	46	5	6	-6	245,7008	-3,54224	247,8996	-6	0,04	-3,54220
5209E	486620	104520	46	5	6	0	246,5565	0,85581	245,7243	0	0,00	0,85581
HE19	486815	104215	46	4	56	-10	245,7478	-0,80883	246,1632	-10	0,06	-0,80876
HE19a	486835	104050	46	4	51	-5	245,7699	0,02206	244,0871	-5	0,03	0,02210
HE20	486675	103300	46	4	27	-24	242,4264	-3,34383	243,08328	-24	0,15	-3,34368
HE21	486290	102620	46	4	4	-22	240,3967	-2,03017	241,99895	-22	0,14	-2,03003
5210c	486095	101830	46	3	39	-25	241,5715	1,17515	239,40498	-25	0,15	1,17530
HE22	486510	101480	46	3	28	-11	238,4133	-3,15852	238,69935	-11	0,07	-3,15845
MN27	487210	101695	46	3	35	7	235,8272	-2,58641	236,36377	7	-0,04	-2,58645
MN104	487480	102135	46	3	49	14	234,3142	-1,51263	235,49875	14	-0,09	-1,51271
5211f	488035	102360	46	3	56	7	235,1703	0,85563	232,91537	7	-0,04	0,85558
HE23	489085	102990	46	4	17	21	231,5165	-3,65418	235,53005	21	-0,13	-3,65430
HE24	489645	103480	46	4	33	16	235,8898	4,37371	232,2508	16	-0,09	4,37361
HE25	490080	103855	46	4	45	12	232,9851	-2,90502	233,261	12	-0,07	-2,90510
HE26	490585	104315	46	4	60	15	230,6322	-2,35311	232,88055	15	-0,09	-2,35320
HE27	491395	104780	46	5	15	15	232,776	2,14396	231,8382	15	-0,09	2,14388
HE28	492105	104865	46	5	18	3	233,0442	0,26815	233,1216	3	-0,02	0,26813
5212d	492480	104935	46	5	20	2	233,4672	0,42310	233,43732	2	-0,01	0,42309
5213	492565	104985	46	5	21	2	233,8304	0,36396	232,7292	2	-0,01	0,36395
5213a	492850	105100	46	5	25	4	231,9912	-1,84015	232,97812	4	-0,02	-1,84017
HE29	492925	105035	46	5	23	-2	232,1258	0,13456	232,53155	-2	0,01	0,13458
HE30	494275	105265	46	5	31	7	233,0719	0,94617	232,66955	7	-0,04	0,94613
HE31	494950	105295	46	5	32	1	233,2133	0,14134	234,6028	1	-0,01	0,14133
HE32	495670	105220	46	5	29	-2	236,1337	2,92068	229,83027	-2	0,01	2,92069
HE33	496640	105495	46	5	38	9	226,4472	-9,68580	233,1436	9	-0,05	-9,68585
HE34	497215	106195	46	6	1	23	230,1535	3,70498	226,78397	23	-0,13	3,70485
HE35	497770	106890	46	6	23	23	227,1207	-3,03314	234,52409	23	-0,14	-3,03328
HE36	498325	107485	46	6	43	19	238,8947	11,77559	225,4927	19	-0,11	11,77548
HE37	499555	108315	46	7	9	26	223,8647	-15,0299	229,86059	26	-0,15	-15,03011
HE38	500115	108050	46	7	1	-8	220,8265	-3,04053	222,70255	-8	0,05	-3,04049
HE39	500695	107460	46	6	42	-19	221,5404	0,71399	218,58684	-19	0,11	0,71410
HE40	501810	107825	46	6	54	12	216,3472	-5,19096	218,3782	12	-0,07	-5,19103
HE41	502530	108435	46	7	13	19	215,216	-1,13409	217,68069	19	-0,11	-1,13419
HE42	503180	108995	46	7	31	18	219,0142	3,80109	214,02575	18	-0,10	3,80099
HE43	503930	109135	46	7	36	5	212,8355	-6,18182	215,81205	5	-0,03	-6,18184
HE44	504850	108935	46	7	29	-7	212,6099	-0,22248	212,10065	-7	0,04	-0,22244
HE45	505635	108940	46	7	30	0	211,3658	-1,24741	210,45663	0	0,00	-1,24742
HE46	506530	108365	46	7	11	-19	208,3034	-3,05910	212,487	-19	0,10	-3,05900
HE47	507400	108605	46	7	19	8	213,6082	5,30152	212,58572	8	-0,04	5,30148
HE48	507465	108820	46	7	26	7	216,8681	3,26317	211,95215	7	-0,04	3,26313
5219	507610	108725	46	7	23	-3	210,2961	-6,57196	210,69049	-3	0,02	-6,57194
HE48a	507860	108495	46	7	15	-7	204,5129	-5,78723	207,2335	-7	0,04	-5,78719
HE48b	508190	107940	46	6	57	-18	204,1709	-0,34201	204,23865	-18	0,09	-0,34192
5219d	508740	107740	46	6	51	-7	203,9644	-0,20655	204,09184	-7	0,03	-0,20652

HE49	509485	107505	46	6	51	0	204,0128	2,95180	204,3406	0	0,00	2,95180
HE50a	509670	107535	46	6	44	-7	204,7168	-2,19937	206,71674	-7	0,04	-2,19934
5220	509910	106890	46	6	23	-21	209,4207	4,70797	203,0407	-21	0,11	4,70808
HE51	510310	106830	46	6	21	-2	201,3646	-8,06044	207,67892	-2	0,01	-8,06043
HE52	510935	106650	46	6	15	-6	205,9371	4,57688	213,37527	-6	0,03	4,57691
HE53	511560	106345	46	6	5	-10	225,3859	19,44877	205,06965	-10	0,05	19,44883
5220c	511980	105950	46	5	52	-13	204,2022	-21,1837	213,08162	-13	0,07	-21,18367
HE53a	509910	106890	46	6	23	31	200,7773	-3,42943	203,34973	31	-0,16	-3,42959
5220e	512560	105130	46	5	26	-57	202,4973	1,72007	202,26855	-57	0,30	1,72036
HE54	513525	104680	46	5	11	-15	203,1587	0,60112	203,45	-15	0,01	0,61157
MLXXVIII	513540	104625	46	5	9	-2	203,7598	0,66144	203,17275	-2	0,01	0,66145
CP369	513720	104195	46	4	55	-16	203,8482	0,70205	203,50345	-16	0,08	0,70213

## Priloga 4

### Pregled obdelave podatkov s programom Vim8

Izravnava VIŠINSKE geodetske Mreže  
Program: VIM, ver.4.0, dec. 02  
Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk

Ime datoteke s podatki: sabina323.txt  
Ime datoteke za rezultate: sabina323.rez  
Ime datoteke za deformacijsko analizo: sabina323.def  
Ime datoteke za S-transformacijo: sabina323.str

Datum: 11. 9.2007  
Čas: 12:23:15

#### NADMORSKE VIŠINE REPERJEV

=====

Reper	Nadm.viš.	Opomba
CP412	302.2940	Dani reper
CP369	203.8482	Dani reper
MN-153	294.6928	Novi reper
HE1	294.4010	Novi reper
MN-154	292.8976	Novi reper
MN-24/3	292.0769	Novi reper
MN-155	292.8644	Novi reper
MN-24/4	294.1438	Novi reper
MN-5976	293.6329	Novi reper
MN-5977	291.3511	Novi reper
MN-180	290.8190	Novi reper
MN-181	290.0116	Novi reper
MN-30/1	288.9083	Novi reper
MN-5982	288.1037	Novi reper
MN-189	281.0397	Novi reper
MN-30/2	280.1522	Novi reper
HE1a	284.2906	Novi reper
MN-5997	276.9378	Novi reper
MN-190	278.3746	Novi reper
MN-32/5	275.3620	Novi reper
MN-5998	276.5748	Novi reper
MN-6000	274.5919	Novi reper
MN-192	275.8328	Novi reper
MN-33/1	275.0284	Novi reper
MN-33/2	274.0604	Novi reper
MN-239	269.5790	Novi reper
HE1b	268.7392	Novi reper
HE2	269.2744	Novi reper
HE3	266.9500	Novi reper
HE4	270.6527	Novi reper
MN-346	267.7382	Novi reper
HE5	265.9348	Novi reper

HE6	267.0100	Novi reper
MN-50/23	267.8926	Novi reper
HE7	266.4866	Novi reper
HE8	264.0834	Novi reper
HE9	264.3644	Novi reper
MN-50/21	264.9605	Novi reper
5205d	262.4087	Novi reper
HE10	259.7223	Novi reper
5206	260.7189	Novi reper
HE11	261.5860	Novi reper
5206C	258.3107	Novi reper
5207B	256.8110	Novi reper
HE12	257.3960	Novi reper
HE13	253.4581	Novi reper
HE14	252.4086	Novi reper
5208A/2	254.0620	Novi reper
5208B/1	251.7871	Novi reper
HE15	252.3780	Novi reper
HE16	245.7398	Novi reper
HE17	249.2427	Novi reper
HE18	245.7008	Novi reper
5209E	246.5565	Novi reper
HE19	245.7478	Novi reper
HE19a	245.7699	Novi reper
HE20	242.4264	Novi reper
HE21	240.3964	Novi reper
5210c	241.5715	Novi reper
HE22	238.4133	Novi reper
MN27	235.8272	Novi reper
MN104	234.3147	Novi reper
5211f	235.1703	Novi reper
HE23	231.5165	Novi reper
HE24	235.8898	Novi reper
HE25	232.9851	Novi reper
HE26	230.6322	Novi reper
HE27	232.7760	Novi reper
HE28	233.0442	Novi reper
5212d	233.4672	Novi reper
5213	233.8312	Novi reper
5213a	231.9912	Novi reper
HE29	232.1258	Novi reper
HE30	233.0719	Novi reper
HE31	233.2133	Novi reper
HE32	236.1337	Novi reper
HE33	226.4472	Novi reper
HE34	230.1535	Novi reper
HE35	227.1207	Novi reper
HE36	238.8952	Novi reper
HE37	223.8667	Novi reper
HE38	220.8265	Novi reper
HE39	221.5404	Novi reper
HE40	216.3500	Novi reper
HE41	215.2160	Novi reper
HE42	219.0168	Novi reper
HE43	212.8355	Novi reper
HE44	212.6131	Novi reper
HE45	211.3658	Novi reper
HE46	208.3070	Novi reper
HE47	213.6082	Novi reper
HE48	216.8711	Novi reper
5219	210.2996	Novi reper
HE48a	204.5129	Novi reper
HE48b	204.1709	Novi reper
5219d	203.9644	Novi reper
HE49	204.0127	Novi reper
HE50a	204.7168	Novi reper
5220	209.4207	Novi reper
HE51	201.3646	Novi reper
HE52	205.9371	Novi reper
HE53	225.3859	Novi reper
5220c	204.2021	Novi reper
HE53a	200.7773	Novi reper
5220e	202.4973	Novi reper

HE54 203.1587 Novi reper  
MLXXVIII 203.7459 Novi reper

Število vseh reperjev = 107  
Število danih reperjev = 2  
Število novih reperjev = 105

MERITVE VIŠINSKIH RAZLIK IN DOLŽIN

Reper zadaj	Reper spredaj	Merjena viš.razlika	Merjena dolžina
CP412	HE1	-7.8823	0.8900
HE1	MN-153	0.2981	0.0800
MN-153	HE1	-0.2981	0.0800
HE1	MN-24/3	-2.3243	1.1400
MN-24/3	MN-154	0.8208	0.0080
MN-154	MN-24/3	-0.8208	0.0080
MN-24/3	MN-24/4	2.0671	0.5600
MN-24/4	MN-155	0.7207	0.0070
MN-155	MN-24/4	-0.7207	0.0070
MN-24/4	MN-5976	-0.5110	0.3300
MN-5976	MN-5977	-2.2821	1.0300
MN-5977	MN-180	-0.5321	0.1800
MN-180	MN-181	-0.8074	0.7100
MN-181	MN-30/1	-1.1034	0.2900
MN-30/1	MN-5982	-0.8047	0.3000
MN-5982	MN-30/2	-7.9524	0.4000
MN-30/2	MN-189	0.8876	0.0500
MN-189	MN-30/2	-0.8876	0.0500
MN-30/2	HE1a	4.1389	0.7500
HE1a	MN-5997	-7.3536	0.5500
MN-5997	MN-190	1.4370	0.3900
MN-190	MN-32/5	-3.0129	0.4200
MN-32/5	MN-5998	1.2130	0.1800
MN-5998	MN-6000	-1.9831	0.8500
MN-6000	MN-33/1	0.4367	0.7800
MN-33/1	MN-192	0.8045	0.0200
MN-192	MN-33/1	-0.8045	0.0200
MN-33/1	MN-33/2	-0.9680	0.8600
MN-33/2	HE1b	-5.3218	0.5300
HE1b	MN-239	0.8399	0.0300
MN-239	HE1b	-0.8399	0.0300
HE1b	HE2	0.5352	0.7500
HE2	HE3	-2.3248	0.9000
HE3	HE4	3.7031	0.8800
HE4	HE5	-4.7183	0.4000
HE5	MN-346	1.8036	0.0300
MN-346	HE5	-1.8036	0.0300
HE5	HE6	1.0752	0.5200
HE6	MN-50/23	0.8827	0.4600
MN-50/23	HE7	-1.5706	0.4700
HE7	HE8	-2.2391	0.9000
HE8	HE9	0.2808	0.4700
HE9	MN-50/21	0.5961	0.5700
MN-50/21	5205d	-2.5521	1.2600
5205d	HE10	-2.6866	0.7200
HE10	5206	0.9967	0.8900
5206	HE11	0.8672	0.6800
HE11	5206C	-3.2757	0.7200
5206C	5207B	-1.4999	0.8900
5207B	HE12	0.5849	1.1000
HE12	HE13	-3.9383	0.7800
HE13	HE14	-1.0497	0.5100
HE14	5208A/2	1.6534	0.9200
5208A/2	5208B/1	-2.2753	1.1600
5208B/1	HE15	0.5911	0.7100
HE15	HE16	-6.6387	0.9600
HE16	HE17	3.5033	0.6700
HE17	HE18	-3.5422	0.6600
HE18	5209E	0.8558	0.6500
5209E	HE19	-0.8088	0.3700
HE19	HE19a	0.0221	0.1600

HE19a	HE20	-3.3437	0.8100
HE20	HE21	-2.0300	0.8000
HE21	5210c	1.1753	0.8800
5210c	HE22	-3.1584	0.5800
HE22	MN27	-2.5865	0.8000
MN27	MN104	-1.5127	0.5500
MN104	5211f	0.8556	0.6300
5211f	HE23	-3.6543	1.2400
HE23	HE24	4.3736	0.7600
HE24	HE25	-2.9051	0.7000
HE25	HE26	-2.3532	0.6400
HE26	HE27	2.1439	0.9500
HE27	HE28	0.2681	0.7900
HE28	5212d	0.4231	0.4200
5212d	5213	0.3640	0.0500
5213	5213a	-1.8402	0.3300
5213a	HE29	0.1346	0.1100
HE29	HE30	0.9461	1.5100
HE30	HE31	0.1413	0.7100
HE31	HE32	2.9207	0.7600
HE32	HE33	-9.6859	1.0400
HE33	HE34	3.7048	0.9000
HE34	HE35	-3.0333	0.9600
HE35	HE36	11.7755	1.3100
HE36	HE37	-15.0301	1.0400
HE37	HE38	-3.0405	0.6600
HE38	HE39	0.7141	0.8800
HE39	HE40	-5.1910	1.2000
HE40	HE41	-1.1342	0.9400
HE41	HE42	3.8010	0.8700
HE42	HE43	-6.1818	0.4700
HE43	HE44	-0.2224	1.2500
HE44	HE45	-1.2474	0.8700
HE45	HE46	-3.0590	1.2200
HE46	HE47	5.3015	0.9100
HE47	HE48	3.2631	0.2100
HE48	5219	-6.5719	0.2300
5219	HE48a	-5.7872	0.7200
HE48a	HE48b	-0.3419	0.6600
HE48b	5219d	-0.2065	0.6700
5219d	HE49	2.9518	0.8100
HE49	HE50a	-2.1993	0.3300
HE50a	5220	4.7081	0.4600
5220	HE51	-8.0604	0.4300
HE51	HE52	4.5769	0.6900
HE52	HE53	19.4488	0.7300
HE53	5220c	-21.1837	0.6700
5220c	HE53a	-3.4296	0.1200
HE53a	5220e	1.7204	0.8900
5220e	HE54	0.6615	1.1200
HE54	MLXXVIII	0.6011	0.1200
MLXXVIII	HE54	-0.6011	0.1200
HE54	CP369	0.7020	0.5800

Število opazovanj = 114

Vektor normalnih enačb je zaseden 0.02 %.

#### ENAČBE POPRAVKOV VIŠINSKIH RAZLIK

Št. Reper		Reper		Koeficienti		
op. zadaj		spredaj		a1	a2	f
1	CP412	HE1		0.	-1.	0.0107
2	HE1	MN-153		-1.	1.	-0.0063
3	MN-153	HE1		1.	-1.	-0.0063
4	HE1	MN-24/3		1.	-1.	-0.0002
5	MN-24/3	MN-154		-1.	1.	-0.0001
6	MN-154	MN-24/3		1.	-1.	-0.0001
7	MN-24/3	MN-24/4		-1.	1.	-0.0002
8	MN-24/4	MN-155		-1.	1.	-2.0000
9	MN-155	MN-24/4		1.	-1.	-2.0000
10	MN-24/4	MN-5976		1.	-1.	-0.0001
						Utež
						1.1236
						12.5000
						12.5000
						0.8772
						125.0000
						125.0000
						1.7857
						142.8571
						142.8571
						3.0303

11	MN-5976	MN-5977	1.	-1.	-0.0003	0.9709
12	MN-5977	MN-180	1.	-1.	0.0000	5.5556
13	MN-180	MN-181	1.	-1.	0.0000	1.4085
14	MN-181	MN-30/1	1.	-1.	-0.0001	3.4483
15	MN-30/1	MN-5982	1.	-1.	-0.0001	3.3333
16	MN-5982	MN-30/2	1.	-1.	-0.0009	2.5000
17	MN-30/2	MN-189	-1.	1.	-0.0001	20.0000
18	MN-189	MN-30/2	1.	-1.	-0.0001	20.0000
19	MN-30/2	HE1a	-1.	1.	-0.0005	1.3333
20	HE1a	MN-5997	1.	-1.	-0.0008	1.8182
21	MN-5997	MN-190	-1.	1.	-0.0002	2.5641
22	MN-190	MN-32/5	1.	-1.	-0.0003	2.3810
23	MN-32/5	MN-5998	-1.	1.	-0.0002	5.5556
24	MN-5998	MN-6000	1.	-1.	-0.0002	1.1765
25	MN-6000	MN-33/1	-1.	1.	-0.0001	1.2821
26	MN-33/1	MN-192	-1.	1.	-0.0001	50.0000
27	MN-192	MN-33/1	1.	-1.	-0.0001	50.0000
28	MN-33/1	MN-33/2	1.	-1.	0.0000	1.1628
29	MN-33/2	HE1b	1.	-1.	-0.0006	1.8868
30	HE1b	MN-239	-1.	1.	0.0000	33.3333
31	MN-239	HE1b	1.	-1.	0.0000	33.3333
32	HE1b	HE2	-1.	1.	0.0001	1.3333
33	HE2	HE3	1.	-1.	-0.0004	1.1111
34	HE3	HE4	-1.	1.	-0.0004	1.1364
35	HE4	HE5	1.	-1.	-0.0004	2.5000
36	HE5	MN-346	-1.	1.	-0.0002	33.3333
37	MN-346	HE5	1.	-1.	-0.0002	33.3333
38	HE5	HE6	-1.	1.	0.0000	1.9231
39	HE6	MN-50/23	-1.	1.	-0.0001	2.1739
40	MN-50/23	HE7	1.	-1.	-0.1646	2.1277
41	HE7	HE8	1.	-1.	0.1641	1.1111
42	HE8	HE9	-1.	1.	0.0002	2.1277
43	HE9	MN-50/21	-1.	1.	0.0000	1.7544
44	MN-50/21	5205d	1.	-1.	-0.0003	0.7937
45	5205d	HE10	1.	-1.	-0.0002	1.3889
46	HE10	5206	-1.	1.	-0.0001	1.1236
47	5206	HE11	-1.	1.	-0.0001	1.4706
48	HE11	5206C	1.	-1.	-0.0004	1.3889
49	5206C	5207B	1.	-1.	-0.0002	1.1236
50	5207B	HE12	-1.	1.	0.0001	0.9091
51	HE12	HE13	1.	-1.	-0.0005	1.2821
52	HE13	HE14	1.	-1.	-0.0002	1.9608
53	HE14	5208A/2	-1.	1.	0.0000	1.0870
54	5208A/2	5208B/1	1.	-1.	-0.0004	0.8621
55	5208B/1	HE15	-1.	1.	-0.0002	1.4085
56	HE15	HE16	1.	-1.	-0.0005	1.0417
57	HE16	HE17	-1.	1.	-0.0004	1.4925
58	HE17	HE18	1.	-1.	-0.0003	1.5152
59	HE18	5209E	-1.	1.	-0.0001	1.5385
60	5209E	HE19	1.	-1.	-0.0001	2.7027
61	HE19	HE19a	-1.	1.	0.0000	6.2500
62	HE19a	HE20	1.	-1.	-0.0002	1.2346
63	HE20	HE21	1.	-1.	0.0000	1.2500
64	HE21	5210c	-1.	1.	-0.0002	1.1364
65	5210c	HE22	1.	-1.	-0.0002	1.7241
66	HE22	MN27	1.	-1.	-0.0003	1.2500
67	MN27	MN104	1.	-1.	-0.0002	1.8182
68	MN104	5211f	-1.	1.	0.0000	1.5873
69	5211f	HE23	1.	-1.	-0.0005	0.8065
70	HE23	HE24	-1.	1.	-0.0003	1.3158
71	HE24	HE25	1.	-1.	-0.0004	1.4286
72	HE25	HE26	1.	-1.	-0.0003	1.5625
73	HE26	HE27	-1.	1.	-0.0001	1.0526
74	HE27	HE28	-1.	1.	0.0001	1.2658
75	HE28	5212d	-1.	1.	-0.0001	2.3810
76	5212d	5213	-1.	1.	0.0001	20.0000
77	5213	5213a	1.	-1.	-0.0002	3.0303
78	5213a	HE29	-1.	1.	0.0000	9.0909
79	HE29	HE30	-1.	1.	0.0000	0.6623
80	HE30	HE31	-1.	1.	0.0001	1.4085
81	HE31	HE32	-1.	1.	-0.0003	1.3158
82	HE32	HE33	1.	-1.	0.0006	0.9615
83	HE33	HE34	-1.	1.	0.0014	1.1111

84	HE34	HE35	1.	-1.	-0.0005	1.0417
85	HE35	HE36	-1.	1.	-0.0010	0.7634
86	HE36	HE37	1.	-1.	-0.0016	0.9615
87	HE37	HE38	1.	-1.	-0.0003	1.5152
88	HE38	HE39	-1.	1.	-0.0002	1.1364
89	HE39	HE40	1.	-1.	-0.0006	0.8333
90	HE40	HE41	1.	-1.	-0.0002	1.0638
91	HE41	HE42	-1.	1.	-0.0002	1.1494
92	HE42	HE43	1.	-1.	-0.0005	2.1277
93	HE43	HE44	1.	-1.	0.0000	0.8000
94	HE44	HE45	1.	-1.	-0.0001	1.1494
95	HE45	HE46	1.	-1.	-0.0002	0.8197
96	HE46	HE47	-1.	1.	-0.0003	1.0989
97	HE47	HE48	-1.	1.	-0.0002	4.7619
98	HE48	5219	1.	-1.	-0.0005	4.3478
99	5219	HE48a	1.	-1.	-0.0005	1.3889
100	HE48a	HE48b	1.	-1.	0.0001	1.5152
101	HE48b	5219d	1.	-1.	0.0000	1.4925
102	5219d	HE49	-1.	1.	-2.9035	1.2346
103	HE49	HE50a	1.	-1.	-2.9034	3.0303
104	HE50a	5220	-1.	1.	-0.0042	2.1739
105	5220	HE51	1.	-1.	-0.0043	2.3256
106	HE51	HE52	-1.	1.	-0.0044	1.4493
107	HE52	HE53	-1.	1.	0.0000	1.3699
108	HE53	5220c	1.	-1.	0.0001	1.4925
109	5220c	HE53a	1.	-1.	-0.0048	8.3333
110	HE53a	5220e	-1.	1.	-0.0004	1.1236
111	5220e	HE54	-1.	1.	-0.0001	0.8929
112	HE54	MLXXVIII	-1.	1.	-0.0139	8.3333
113	MLXXVIII	HE54	1.	-1.	-0.0139	8.3333
114	HE54	CP369	-1.	0.	-0.0125	1.7241

IZRAČUNANI POPRAVKI VIŠINSKIH RAZLIK

Št. Reper op. zadaj	Reper spredaj	Merjena viš.razl.	Popravek viš.razl.	Definitivna viš.razlika
1 CP412	HE1	-7.8823	-0.0002	-7.8824
2 HE1	MN-153	0.2981	0.0000	0.2981
3 MN-153	HE1	-0.2981	0.0000	-0.2981
4 HE1	MN-24/3	-2.3243	-0.0002	-2.3245
5 MN-24/3	MN-154	0.8208	0.0000	0.8208
6 MN-154	MN-24/3	-0.8208	0.0000	-0.8208
7 MN-24/3	MN-24/4	2.0671	-0.0001	2.0670
8 MN-24/4	MN-155	0.7207	0.0000	0.7207
9 MN-155	MN-24/4	-0.7207	0.0000	-0.7207
10 MN-24/4	MN-5976	-0.5110	-0.0001	-0.5110
11 MN-5976	MN-5977	-2.2821	-0.0002	-2.2823
12 MN-5977	MN-180	-0.5321	0.0000	-0.5322
13 MN-180	MN-181	-0.8074	-0.0001	-0.8075
14 MN-181	MN-30/1	-1.1034	-0.0001	-1.1035
15 MN-30/1	MN-5982	-0.8047	-0.0001	-0.8047
16 MN-5982	MN-30/2	-7.9524	-0.0001	-7.9525
17 MN-30/2	MN-189	0.8876	0.0000	0.8876
18 MN-189	MN-30/2	-0.8876	0.0000	-0.8876
19 MN-30/2	HE1a	4.1389	-0.0001	4.1387
20 HE1a	MN-5997	-7.3536	-0.0001	-7.3537
21 MN-5997	MN-190	1.4370	-0.0001	1.4369
22 MN-190	MN-32/5	-3.0129	-0.0001	-3.0130
23 MN-32/5	MN-5998	1.2130	0.0000	1.2130
24 MN-5998	MN-6000	-1.9831	-0.0001	-1.9833
25 MN-6000	MN-33/1	0.4367	-0.0001	0.4365
26 MN-33/1	MN-192	0.8045	0.0000	0.8045
27 MN-192	MN-33/1	-0.8045	0.0000	-0.8045
28 MN-33/1	MN-33/2	-0.9680	-0.0002	-0.9682
29 MN-33/2	HE1b	-5.3218	-0.0001	-5.3219
30 HE1b	MN-239	0.8399	0.0000	0.8399
31 MN-239	HE1b	-0.8399	0.0000	-0.8399
32 HE1b	HE2	0.5352	-0.0001	0.5350
33 HE2	HE3	-2.3248	-0.0002	-2.3250
34 HE3	HE4	3.7031	-0.0002	3.7029
35 HE4	HE5	-4.7183	-0.0001	-4.7184

36	HE5	MN-346	1.8036	0.0000	1.8036
37	MN-346	HE5	-1.8036	0.0000	-1.8036
38	HE5	HE6	1.0752	-0.0001	1.0751
39	HE6	MN-50/23	0.8827	-0.0001	0.8826
40	MN-50/23	HE7	-1.5706	-0.0001	-1.5707
41	HE7	HE8	-2.2391	-0.0002	-2.2393
42	HE8	HE9	0.2808	-0.0001	0.2808
43	HE9	MN-50/21	0.5961	-0.0001	0.5960
44	MN-50/21	5205d	-2.5521	-0.0002	-2.5523
45	5205d	HE10	-2.6866	-0.0001	-2.6867
46	HE10	5206	0.9967	-0.0002	0.9965
47	5206	HE11	0.8672	-0.0001	0.8671
48	HE11	5206C	-3.2757	-0.0001	-3.2759
49	5206C	5207B	-1.4999	-0.0002	-1.5000
50	5207B	HE12	0.5849	-0.0002	0.5847
51	HE12	HE13	-3.9383	-0.0001	-3.9385
52	HE13	HE14	-1.0497	-0.0001	-1.0498
53	HE14	5208A/2	1.6534	-0.0002	1.6533
54	5208A/2	5208B/1	-2.2753	-0.0002	-2.2755
55	5208B/1	HE15	0.5911	-0.0001	0.5909
56	HE15	HE16	-6.6387	-0.0002	-6.6389
57	HE16	HE17	3.5033	-0.0001	3.5032
58	HE17	HE18	-3.5422	-0.0001	-3.5423
59	HE18	5209E	0.8558	-0.0001	0.8557
60	5209E	HE19	-0.8088	-0.0001	-0.8088
61	HE19	HE19a	0.0221	0.0000	0.0221
62	HE19a	HE20	-3.3437	-0.0001	-3.3438
63	HE20	HE21	-2.0300	-0.0001	-2.0302
64	HE21	5210c	1.1753	-0.0002	1.1751
65	5210c	HE22	-3.1584	-0.0001	-3.1586
66	HE22	MN27	-2.5865	-0.0001	-2.5866
67	MN27	MN104	-1.5127	-0.0001	-1.5128
68	MN104	5211f	0.8556	-0.0001	0.8555
69	5211f	HE23	-3.6543	-0.0002	-3.6545
70	HE23	HE24	4.3736	-0.0001	4.3735
71	HE24	HE25	-2.9051	-0.0001	-2.9052
72	HE25	HE26	-2.3532	-0.0001	-2.3533
73	HE26	HE27	2.1439	-0.0002	2.1437
74	HE27	HE28	0.2681	-0.0001	0.2680
75	HE28	5212d	0.4231	-0.0001	0.4230
76	5212d	5213	0.3640	0.0000	0.3639
77	5213	5213a	-1.8402	-0.0001	-1.8402
78	5213a	HE29	0.1346	0.0000	0.1346
79	HE29	HE30	0.9461	-0.0003	0.9459
80	HE30	HE31	0.1413	-0.0001	0.1412
81	HE31	HE32	2.9207	-0.0001	2.9206
82	HE32	HE33	-9.6859	-0.0002	-9.6860
83	HE33	HE34	3.7048	-0.0002	3.7047
84	HE34	HE35	-3.0333	-0.0002	-3.0334
85	HE35	HE36	11.7755	-0.0002	11.7753
86	HE36	HE37	-15.0301	-0.0002	-15.0303
87	HE37	HE38	-3.0405	-0.0001	-3.0406
88	HE38	HE39	0.7141	-0.0002	0.7139
89	HE39	HE40	-5.1910	-0.0002	-5.1912
90	HE40	HE41	-1.1342	-0.0002	-1.1344
91	HE41	HE42	3.8010	-0.0002	3.8008
92	HE42	HE43	-6.1818	-0.0001	-6.1819
93	HE43	HE44	-0.2224	-0.0002	-0.2227
94	HE44	HE45	-1.2474	-0.0002	-1.2476
95	HE45	HE46	-3.0590	-0.0002	-3.0592
96	HE46	HE47	5.3015	-0.0002	5.3013
97	HE47	HE48	3.2631	0.0000	3.2631
98	HE48	5219	-6.5719	0.0000	-6.5720
99	5219	HE48a	-5.7872	-0.0001	-5.7873
100	HE48a	HE48b	-0.3419	-0.0001	-0.3420
101	HE48b	5219d	-0.2065	-0.0001	-0.2066
102	5219d	HE49	2.9518	-0.0001	2.9517
103	HE49	HE50a	-2.1993	-0.0001	-2.1994
104	HE50a	5220	4.7081	-0.0001	4.7080
105	5220	HE51	-8.0604	-0.0001	-8.0605
106	HE51	HE52	4.5769	-0.0001	4.5768
107	HE52	HE53	19.4488	-0.0001	19.4487
108	HE53	5220c	-21.1837	-0.0001	-21.1838



109 5220c	HE53a	-3.4296	0.0000	-3.4296
110 HE53a	5220e	1.7204	-0.0002	1.7202
111 5220e	HE54	0.6615	-0.0002	0.6613
112 HE54	MLXXVIII	0.6011	0.0000	0.6011
113 MLXXVIII	HE54	-0.6011	0.0000	-0.6011
114 HE54	CP369	0.7020	-0.0001	0.7019

Srednji pogrešek utežne enote,  $m_0 = 0.00049$

Izračunano odstopanje = -12.1 mm ( $s = 69.820$  km).

Dopustna odstopanja v nivelmanskem vlaku:

- niv. mreža 1. reda	$f = \pm 1.5 \cdot \sqrt{s+0.04 \cdot s^2}$	= 24.4 mm
- niv. mreža 2. reda	$f = \pm 2 \cdot \sqrt{s+0.04 \cdot s^2}$	= 32.5 mm
- niv. mreža 3. reda	$f = \pm 5 \cdot \sqrt{s+0.04 \cdot s^2}$	= 81.4 mm
- niv. mreža 4. reda	$f = \pm 8 \cdot \sqrt{s+0.06 \cdot s^2}$	= 152.3 mm
- mestna niv. mreža 1. reda	$f = \pm 2 \cdot \sqrt{s+0.04 \cdot s^2}$	= 32.5 mm
- mestna niv. mreža 2. reda	$f = \pm 3 \cdot \sqrt{s+0.04 \cdot s^2}$	= 48.8 mm

#### IZRAVNANE NADMORSKE VIŠINE REPERJEV

Reper	Približna višina	Popravek višine	Definitivna višina	Sred.pog. višine
MN-153	294.6928	0.0169	294.7097	0.0005
HE1	294.4010	0.0106	294.4116	0.0005
MN-154	292.8976	0.0103	292.9079	0.0007
MN-24/3	292.0769	0.0102	292.0871	0.0007
MN-155	292.8644	2.0104	294.8748	0.0008
MN-24/4	294.1438	0.0103	294.1541	0.0008
MN-5976	293.6329	0.0102	293.6431	0.0008
MN-5977	291.3511	0.0097	291.3608	0.0009
MN-180	290.8190	0.0096	290.8286	0.0010
MN-181	290.0116	0.0095	290.0211	0.0010
MN-30/1	288.9083	0.0093	288.9176	0.0011
MN-5982	288.1037	0.0092	288.1129	0.0011
MN-189	281.0397	0.0083	281.0480	0.0011
MN-30/2	280.1522	0.0082	280.1604	0.0011
HE1a	284.2906	0.0086	284.2991	0.0012
MN-5997	276.9378	0.0077	276.9455	0.0012
MN-190	278.3746	0.0078	278.3824	0.0013
MN-32/5	275.3620	0.0074	275.3694	0.0013
MN-5998	276.5748	0.0076	276.5824	0.0013
MN-6000	274.5919	0.0072	274.5991	0.0014
MN-192	275.8328	0.0073	275.8401	0.0014
MN-33/1	275.0284	0.0072	275.0356	0.0014
MN-33/2	274.0604	0.0070	274.0674	0.0015
MN-239	269.5790	0.0064	269.5854	0.0015
HE1b	268.7392	0.0063	268.7455	0.0015
HE2	269.2744	0.0062	269.2806	0.0015
HE3	266.9500	0.0056	266.9556	0.0016
HE4	270.6527	0.0058	270.6585	0.0016
MN-346	267.7382	0.0055	267.7437	0.0016
HE5	265.9348	0.0053	265.9401	0.0016
HE6	267.0100	0.0052	267.0152	0.0016
MN-50/23	267.8926	0.0052	267.8978	0.0017
HE7	266.4866	-0.1595	266.3271	0.0017
HE8	264.0834	0.0045	264.0879	0.0017
HE9	264.3644	0.0042	264.3687	0.0017
MN-50/21	264.9605	0.0041	264.9647	0.0018
5205d	262.4087	0.0037	262.4123	0.0018
HE10	259.7223	0.0033	259.7256	0.0018
5206	260.7189	0.0032	260.7221	0.0018
HE11	261.5860	0.0032	261.5892	0.0019
5206C	258.3107	0.0027	258.3134	0.0019
5207B	256.8110	0.0023	256.8133	0.0019
HE12	257.3960	0.0020	257.3980	0.0019
HE13	253.4581	0.0014	253.4595	0.0019
HE14	252.4086	0.0012	252.4098	0.0019
5208A/2	254.0620	0.0010	254.0630	0.0020
5208B/1	251.7871	0.0005	251.7876	0.0020

HE15	252.3780	0.0005	252.3785	0.0020
HE16	245.7398	-0.0002	245.7396	0.0020
HE17	249.2427	0.0001	249.2428	0.0020
HE18	245.7008	-0.0004	245.7004	0.0020
5209E	246.5565	-0.0004	246.5561	0.0020
HE19	245.7478	-0.0005	245.7473	0.0020
HE19a	245.7699	-0.0005	245.7694	0.0020
HE20	242.4264	-0.0008	242.4256	0.0020
HE21	240.3964	-0.0010	240.3954	0.0020
5210c	241.5715	-0.0010	241.5705	0.0020
HE22	238.4133	-0.0013	238.4120	0.0020
MN27	235.8272	-0.0018	235.8254	0.0020
MN104	234.3147	-0.0021	234.3126	0.0020
5211f	235.1703	-0.0022	235.1681	0.0020
HE23	231.5165	-0.0029	231.5135	0.0020
HE24	235.8898	-0.0028	235.8870	0.0020
HE25	232.9851	-0.0033	232.9818	0.0020
HE26	230.6322	-0.0037	230.6285	0.0020
HE27	232.7760	-0.0038	232.7722	0.0020
HE28	233.0442	-0.0040	233.0402	0.0020
5212d	233.4672	-0.0040	233.4632	0.0020
5213	233.8312	-0.0041	233.8272	0.0020
5213a	231.9912	-0.0043	231.9869	0.0020
HE29	232.1258	-0.0043	232.1215	0.0020
HE30	233.0719	-0.0045	233.0673	0.0019
HE31	233.2133	-0.0047	233.2086	0.0019
HE32	236.1337	-0.0046	236.1291	0.0019
HE33	226.4472	-0.0041	226.4431	0.0019
HE34	230.1535	-0.0057	230.1478	0.0019
HE35	227.1207	-0.0064	227.1143	0.0019
HE36	238.8952	-0.0056	238.8896	0.0018
HE37	223.8667	-0.0074	223.8593	0.0018
HE38	220.8265	-0.0078	220.8187	0.0018
HE39	221.5404	-0.0078	221.5326	0.0017
HE40	216.3500	-0.0086	216.3414	0.0017
HE41	215.2160	-0.0090	215.2070	0.0017
HE42	219.0168	-0.0089	219.0079	0.0016
HE43	212.8355	-0.0096	212.8259	0.0016
HE44	212.6131	-0.0098	212.6033	0.0015
HE45	211.3658	-0.0101	211.3557	0.0015
HE46	208.3070	-0.0105	208.2965	0.0014
HE47	213.6082	-0.0104	213.5978	0.0014
HE48	216.8711	-0.0102	216.8609	0.0014
5219	210.2996	-0.0107	210.2889	0.0014
HE48a	204.5129	-0.0113	204.5016	0.0013
HE48b	204.1709	-0.0113	204.1596	0.0013
5219d	203.9644	-0.0115	203.9529	0.0012
HE49	204.0127	2.8919	206.9046	0.0011
HE50a	204.7168	-0.0116	204.7052	0.0011
5220	209.4207	-0.0075	209.4132	0.0011
HE51	201.3646	-0.0119	201.3527	0.0010
HE52	205.9371	-0.0076	205.9295	0.0010
HE53	225.3859	-0.0077	225.3782	0.0009
5220c	204.2021	-0.0077	204.1944	0.0008
HE53a	200.7773	-0.0125	200.7648	0.0008
5220e	202.4973	-0.0123	202.4850	0.0006
HE54	203.1587	-0.0124	203.1463	0.0004
MLXXVIII	203.7459	0.0015	203.7474	0.0004